

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП

Факултет за Рударство, геологија и политехника, Штип

ПРОЕКТ

**"ОБУКА ЗА влијание на животната средина во
Флотациско хидројаловиште"**

ИСО СТАНДАРДИ

**Влијание на животната средина влијание на животната
средина во Флотациско хидројаловиште**

**Проф. Д-р. Борис Крстев, М-р Александар Крстев, Проф. д-р Благој
Голомеов**

Универзитет Г оце Делчев, Факултет за Рударство, геологија и политехника, Штип

1.0. VOVED

Mineralnite surovini se prirodni mineralni materii od organsko ili neorgansko poteklo koi pri sovremeniot razvoj na tehnikata i tehnologijata mo`at ekonomi~no da se koristat vo prirodna sostojba ili posle odredena podgotovka i prerabotka. Najgolem del od mineralnite surovini se sostaveni od pove`e mineralni komponenti, koi mo`at da bidat korisni i nekorisni. Mineralnata tehnologija ima zada~a da vr{i podgotovka na mineralni surovini, odnosno da izvr{i oddeluvawe na korisnite i nekorisnite mineralni komponenti od rudnata masa.

Mineralnata tehnologija vo osnova se otstvaruva preku slednite tri osnovni operacii:

- mehani~ko sitnewe (drobewe i melewe);
- klasirawe;
- koncentracija na raznorodni mineralni komponenti vo soodvetni proizvodi: koncentrat (komercijalni proizvodi) i otpadok (jalovina).

Vo sovremenata praksa na mineralnata tehnologija se koristat pove`e metodi na koncentracija, od koi kaj metalni~nite mineralni surovini najzastapena e flotaciskata koncentracija. Ovaa metoda za oddeluvawe na korisnite od nekorisnite mineralni komponenti ja koristi razlikata vo fizi~ko - hemiskite osobini na mineralnite povr{ini na isitnetata masa. Oddeluvaweto se vr{i vo flotaciski pnevmatski - mehani~ki ma{ini na prethodno podgotvena flotaciska pulpa. Flotaciskata pulpa se sostoi od tri glavni fazi: cvrsta (mineralni zrna), te~na (voda) i gasovita (vozduh). Kon ovie fazi se dodavaat i odredeni reagensi za regulirawe na pH vrednosta na pulpata, aktivirawe i kolektirawe na edni ili deprimirawe na drugi mineralni zrna, sozdavawe pena i sl.

So odredeni postapki kako {to se osnovnoto (grubo) flotirawe, pove`estepeno pro~istuvawe i kontrolnoto flotirawe se dobivaat dva glavni proizvodi:

- koncentrat i
- flotaciska jalovina.

Pro~istenite definitivni koncentrat se odveduvaat na zgusnuvawe i filtrirawe, a potoa se transportiraat do pogonite za ponatamo{na prerabotka (upotreba), ili privremeno se skladiraat na specijalno za toa obezbedeni skladi{ta.

Zna~i, ekonomski opravdaniot proizvod (koncentratot) }e ima ponatamo{na industriska primena, no ostanuva problemot, {to so flotaciskata jalovina koja ~esto pati e nad 90% od vkupnata otkopana rudna masa, so tendencija za poka~uvawe na ovoj procent, bidej{i za vo idnina ostanuvaat se posiroma{ni rudni tela. Prvoto razmisluvawe e deka flotaciskata jalovina bi mo`ela da ima nekoja

primena, kako grade`en material ili ne{to slin`no. Kako grade`en material ne se koristi, bidej{i flotaciskata jalovina vo svojot sostav mnogu ~esto so`ri {tetni materii. Druga alternativa e da flotaciskata jalovina pretstavuva material za zapolnuvawe na podzemnite i povr{inske otkopi. Kako material za zapolnuvawe (zasipuvawe) na podzemnite otkopi se koristi no seu{te vo mnogu mala mera. Toa e kako rezultat na toa {to metodata na otkopuvawe so zapolnuvawe so flotaciska jalovina e ne{to poskapa od ostanatite metodi, no da se nadevame deka vo idnina ekolo{ko - tehni{kite uslovi }e gi nadvladeat ekonomskite i ova metoda }e bide {to pove}e upotrebuвана. Povr{inske otkopi obi~no se koristat za deponirawe na krupnozrnesta rudni~ka jalovina.

Ostanuva deka, flotaciskata jalovina treba da se odlaga na specijalno za toa ure`eni prostori - flotaciski jalovi{ta. Ovie flotaciski jalovi{ta ja prifa}aat flotaciskata jalovina vo te~no - cvrsta sostojba i vr{at oddeluvawe na te~nata i cvrstata faza. Poradi toa {to jalovinata se odlaga vo pridru`ba na golema koli~ina na voda, pa mnogu ~esto ovie jalovi{ta se narekuvaat **flotaciski hidrojalovi{ta**.

1.1. Tehnolo{ka namena na flotaciskite hidrojalovi{ta

Flotaciskite hidrojalovi{ta slu`at za odlagawe na flotaciskata pulpa - jalovina, koja se dobiva kako otpad od procesot na flotirawe. Flotaciskata jalovina e vo vid na pulpa (suspenzija), me{avina na cvrsta i te~na faza so gustina naj~esto od 20 - 40% cvrsti ~esti~ki.

Hemiskiot sostav na flotaciskata jalovina direktno e usloven od:

- karakteristikite na rudata koja se prerabotuva;
- primeniot proces na obogatuvawe;
- vidot i koli~inata na flotaciskite reagensi;
- pH vrednosta na pulpata i sl.

Odlagaweto i smestuvaweto na flotaciskata jalovina pretstavuva golem problem za site pogoni koi vr{at prerabotka na mineralni surovini, a posebno na pogonite so golemi kapaciteti, vo koi se prerabotuva siroma{na surovina. Flotaciskite hidrojalovi{ta vo koi se akumulira golema koli~ina isitnet material, pome{an so hemiski zagadena voda, pretstavuvaat tehnolo{ka potreba, no i realna opasnost za `ivotnata sredina.

Za flotaciskite hidrojalovi{ta primarno e deka tie se mesta za skladirawe na otpadnite materijali od procesot na flotaciskata koncentracija, no zna~ajno e da ka`eme deka tehnolo{kata namena na flotaciskite hidrojalovi{ta e po{iroka, odnosno tie slu`at za:

- trajno deponirawe na flotaciskata jalovina;

- potpolno izbistruvawe i privremeno skladirawe na tehnolo{kata voda, koja potoa kako povratna voda, povtorno mo`e da se koristi vo procesot na flotirawe;

- pove}ednevno (mese~no) odle`uvawe na tehnolo{kata voda, zaradi rastvorawe na {tetnite komponenti od flotaciskite reagensi, so cel hemisko pro~istuvawe na vodata;

- povremeno akumulirawe dodatni koli~ini tehnolo{ka voda, za da vo vreme na nepovolna hidrolo{ka situacija bi se ovozmo`ila neprekinata rabota na flotaciskite pogoni.

Vo ovoj kontekst mo`e da ka`eme deka flotaciskite hidrojalovi{ta pretstavuvaat t.n. “slepi creva” na celokupniot proces vo koj se deponiraat i pod kontrola se dr`at site potencijalni zagaduva~i od tehnolo{kiot proces (te{kiki metali, te{kko rastvorlivi reagensi, soli i.t.n.).

[irokata namena na flotaciskite hidrojalovi{ta gi odreduva i va`nite tehnolo{kiki uslovi pri eksploatacija na samoto jalovi{te, a toa se:

- predvideniot prostor za flotacisko hidrojalovi{te, treba da e dovolen za deponirawe na celokupnata jalova masa. Vo nekoi slu~ai mo`no e izbor na pomalo flotacisko hidrojalovi{te, so mo`nost za formirawe na drugo vo prodol`etok na prvi~noto;

- vo odnos na karakteristikite na flotaciskata jalovina, flotaciskoto hidrojalovi{te treba da ima dovolna povr{ina za potpolno izbistruvawe na vodata;

- vo odnos na snabduvawe so voda na flotaciskite pogoni, flotaciskoto hidrojalovi{te treba da ima dovolno sloboden akumulacionen prostor za akumulirawe na potrebnata koli~ina na kvalitetna povratna voda;

- vo odnos na rudnikot, eksploatacijata na flotaciskoto hidrojalovi{te treba da bide vo ekonomski podnoslivi granici;

- vo odnos na `ivotnata sredina, flotaciskoto hidrojalovi{te treba da bide stabilno i ne smee da go zagrozuva kvalitetot na vazduhot, vodata i zemji{teto.

Sosema e jasno deka nekoi od ovie uslovi se vo me|usebna sprotivstavenost. Na primer, za stabilnosta na flotaciskoto hidrojalovi{te, potrebno e da vo nego ima {to pomalku voda i da vodata {to pokratko se zadr`uva vo samoto jalovi{te. Od druga strana pak, vo jalovi{teto treba da ima tolkava koli~ina slobodna voda, kolku {to e potrebno za flotaciskite pogoni. Zna~i, flotaciskoto hidrojalovi{te treba postojano da bide pod nadzor, kako ne bi do{lo do zagrozuvawe na tehnolo{kiot proces na prerabotka na rudata, od edna strana i `ivotnata sredina od druga strana.

Vo mnogu slu~ai mo`e da se slu~i da flotaciskata jalovina soдр`i i korisni komponenti i primesi, koi za dene{ni uslovi na mineralnata tehnologija ne se interesni, no vo idnina mo`at da bidat interesni, kako {to e slu~ajot so nekoi stari jalovini. Od ovie pri~ini, namenata na flotaciskite hidrojalovi{ta e da ja za~uvaat flotaciskata jalovina, kako iden potencijalen izvor na surovina, a pritoa, ne zagrozuvaj}i ja `ivotnata sredina.

1.2. Izbor na lokacija za flotacisko hidrojalovište

Flotaciskata jalovina koja se dobiva pri podzemnata eksploatacija mo`e da se koristi za zapolnuvawe na podzemnite otkopni prostori na rudnoto le`ište, a flotaciskata jalovina koja se dobiva od povr{inskata eksploatacija mo`e da se odlaga vo otkopite koi se ve}e zavr{eni so eksploatacija. Ako se vr{i odlagawe na flotaciskata jalovina vo podzemnite otkopi, toga{ obi~no se odlaga eden del od flotaciska jalovina, a mnogu te{ko se odlaga celokupnata flotaciska jalovina. Pri formirawe na flotaciski jalovišta vo povr{inskite otkopi, golem problem pretstavuva vodata, nejzinoto kontrolirawe i vsu{nost odvodnuvaweto na tie jalovišta, pa tokmu zatoa naj~esto vo takvite otkopi se deponira krupnozrnesta i suva rudniška jalovina.

Izgradba na posebni prostori za deponirawe na flotaciskata jalovina e poseben problem vo rudnicite i treba da se re{ava od tehničko - ekonomski aspekt, zemaj{i ja vo predvid i za{titata na `ivotnata sredina. Zna~i, izborot na lokacija za flotacisko hidrojalovište e kompleksen problem, ~ie re{enie pretstavuva kompromis od golem broj sprotivstaveni uslovi (tehno{ki, geotehnički, urbanistički, ekonomski, ekolo{ki i dr.).

Najprvo, se poa|a da flotaciskoto hidrojalovište bide locirano {to poblizu do flotaciskata postrojka, transportot na flotaciskata jalovina bide gravitaciski vo {to podolg period, rabotniot vek na flotaciskoto hidrojalovište da e {to podolg i posledicite od eventualni havarii bidat minimalni. Kon ovie uslovi se dodavaat u{te mnogu drugi kako {to se:

- flotaciskoto hidrojalovište treba da se locira vrz stabilen teren pri {to odnosot pome|u zafatninata na nasipot i zafatninata na akumulacioniot prostor treba da bide najmalku 1 : 9;
- da flotaciskoto hidrojalovište se formira podaleku od glavnite podzemni vodeni tekovi, na teren bez izvori i rezervoari za voda za piewe i na teren bez puknatini (pori);
- {to podaleku od naseleni mesta, patni soobra}ajnici, `eleznički prugi, aerodromi, voeni objekti, industriski pretprijatija i sl;
- nadvor od granicite na arheolo{ki nao|ališta i drugi kulturni spomenici.

U{te da ka`eme deka, pri izborot na lokacija za flotacisko hidrojalovište, treba da se izbira zemjište so poslab bonitet.

Zna~i, lokacijata za flotacisko hidrojalovište e uslovena od mnogu elementi, izborot e te`ok i po pravilo pretstavuva kompromisno re{enie. Ovoj kompromis dava zadovoluvački rezultati na samiot po~etok vo uslovi na kontrolirana eksploatacija. Kako vremeto na eksploatacija na flotaciskoto hidrojalovište odminuva, se menuvaat zakonskite propisi, se menuva ~ovekovata svest, pa posle nekoj

period mo`e da se uvide da izbranata lokacija i ne bila najpogodna. Takov e primerot, koga vo minatoto za lokacija na flotaciski jalovi{ta se izbirale lokacii vo naseleni mesta.

Za rudnici koi se nao|aat vo planinski predel, najdobro bi bilo ako za flotacisko hidrojalovi{te se izbere nekoja pogodna dolina. Problemot kaj ovie jalovi{ta e nivnata za{tita od porojni vodi, koi mo`at da ja zagrozat stabilnosta na samoto flotacisko hidrojalovi{te.

Za rudnici koi se nao|aat vo ramni~arski predel, sekako i jalovi{teto }e bide od ramni~arski tip na jalovi{te. Ovie jalovi{ta naj~esto se formiraat vrz plodno zemji{te, blizu do naselbi i pati{ta, te{ko se dreniraat i odr`uvaat. Izgradbata na ramni~arskite hidrojalovi{ta e poskapa i obi~no e so ~etvrtast oblik, pri {to na po~etokot branata se izgradi od zemjen ili od nekoj drug materijal, a potoa se izdignuva od samata flotaciska jalovina.

Za izbor na lokacija za flotacisko hidrojalovi{te se konsultiraat: ministerstvoto za `ivotna sredina i prostorno planirawe, ministerstvoto za zemjodelstvo, vodostopanstvo i {umarstvo i ministerstvoto za kultura (slu~ajno da ne ima arheolo{ki pronajdoci na taa lokacija). Investitorot e dol`en da pri izgotvuvawe na tehni~kata dokumentacija za flotacisko hidrojalovi{te da obezbedi za{tita na `ivotnata sredina i priroda soglasno so zakon, vo tek na eksploatacijata na jalovi{teto. Isto taka, toj e dol`en zemji{teto zagrozeno od jalovi{teto i samoto jalovi{te da go rekultivira vo rok od najmnogu tri godini po zavr{uvaweto na koristewe na jalovi{teto, za {to isto taka se izgotvuva tehni~ka dokumentacija.

Za izgotvenata tehni~ka dokumentacija se dobiva soglasnost od spomenatite ministerstva, so {to izbranata lokacija }e mo`e da se koristi za flotacisko hidrojalovi{te. Investitorot, isto taka e dol`en da pla}a izvesen nadomestok za koristewe na zemji{teto, dali na okolnoto naselenie, dali na dr`avata, se vo zavisnost vo ~ija sopstvenost e toa zemji{te.

1.3. Raspolo`liva zafatnina i vek na eksploatacija na flotaciskite hidrojalovi{ta

Paralelno so izbor na lokacija za flotacisko hidrojalovi{te se vr{i presmetka na raspolo`livata zafatnina i vekot na eksploatacija na jalovi{teto.

Mo`nata lokacija za flotacisko hidrojalovi{te se snima i se pravat topografski karti za istata lokacija. Potoa planiraniot prostor za flotacisko hidrojalovi{te se deli na profili (vertikalni ili horizontalni).

Za sekoj profil se dobiva površina i potoa so ednostavna postapka se dobiva zafatninata pomeđu dva profila i vkupnata zafatnina do sekoj profil (kota - ako se raboti za horizontalni profili) smetajji gi i prethodnite. Kolku rastojanieto među profilite e pomalo tolku se dobivaat poprecizni podatoci za zafatninata na jalovište. Eve eden primer za ilustracija (tab. 1):

kota (m)	površina (m ²)	sredna površina (m ²)	rastoj. među profili (m)	zafatnina (m ³)	vkupna zafatnina (m ³)
600	974.200	981.250	2	1.962.500	1.962.500
602	988.300				
604	990.600	989.450	2	1.978.900	3.941.400
606	1.000.300	995.450	2	1.990.900	5.932.300
608	1.114.500	1.057.400	2	2.114.800	8.047.100
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
VKUPNO				$\Sigma V =$	

tab. 1

Ovaa postapka mo`e da se vrši oddelno za branata i talo`ното ezero i potoa da se prika`e i zaednički. Od vkupnata raspolo`лива zafatnina za jalovište (ΣV), mo`e da se presmeta kolkava količina jalovina (ΣQ) je se smesti vo toj prostor znaejji ja zafatninskata gustina na flotaciskata jalovina (γ_j):

$$\Sigma Q = \Sigma V \cdot \gamma_j \dots\dots(t)$$

Dokolku planiranoto jalovište e malo za da ja primi celokupnata flotaciska jalovina koja je se dobie za celoto rabotewe na rudnikot, se tra`e rešenje za drugo (dodatno) flotacisko jalovište. ^esto pati, se ispituva mo`nosta za nadvišuvawe na veje postoečkoto flotacisko jalovište.

Vo posledno vreme se projektiraat se povisoki flotaciski jalovišta, pri što dostigaat i preku 100 m visina. Pogolemite jalovišta ovozmo`uvaat pogolem prostor za smestuvawe na flotaciskata jalovina, istovremeno namaluvajji gi trošocite po ton prerabotena ruda vo flotacija.

Vekot na eksploatacija (T) na flotaciskoto hidrojalovište je zavisi od vkupnata predvidena količina na flotaciska jalovina za edna godina:

$$T = \frac{\Sigma Q}{Q_{j,god}} \dots\dots (god)$$

Ovoj vek na eksploatacija na flotaciskoto hidrojalovi{te mo`e da bide prolongiran (da se namali ili zgolemi), vo zavisnost od toa dali rudnikot }e go zgolemuva ili namaluva kapacitetot vo tekot na eksploatacijata.

1.4. Vidovi flotaciski hidrojalovi{ta

Postojat pove}e kriteriumi za podelba na flotaciskite jalovi{ta. Spored toa, kolkav period }e se koristi jalovi{teto tie mo`at da bidat:

- privremeni i
- definitivni flotaciski jalovi{ta.

Privremenite flotaciski jalovi{ta se karakteristi~ni za malite rudnici kade koli~inata na flotaciski materijal za deponirawe e znatno mala. Dodeka za golemite rudnici, posebno za tie kaj koi flotacijata e glavna postapka za oddeluvawe na korisnite od nekorisnite komponenti, mnogu e riskantno da se formiraat privremeni jalovi{ta.

Spored lokacijata na koja se formiraat flotaciskite hidrojalovi{ta generalno mo`at da se podelat na dva dela:

- vnatre{ni flotaciski hidrojalovi{ta i
- nadvore{ni flotaciski hidrojalovi{ta.

1.4.1. Vnatre{ni flotaciski hidrojalovi{ta

Vnatre{nite flotaciski hidrojalovi{ta pak, od svoja strana se delat na:

- flotaciski hidrojalovi{ta formirani vo rudarskite otkopi i
- podvodni flotaciski hidrojalovi{ta formirani na dnoto na nekoja pogolema vodena masa (ezero, more i sl.).

Ponekoga{, flotaciskite hidrojalovi{ta mo`at da se formiraat vo rudarskite otkopi, odnosno prostorite nastanati so povr{inskata i podzemnata eksploatacija, koi ve}e se zavr{eni so eksploatacija. Prednosta za formirawe na takvi flotaciski hidrojalovi{ta e toa {to, nema da bidat zafateni novi zemji{ta, a jalovi{tata }e se formiraat vo ve}e degradirani zemji{ta.

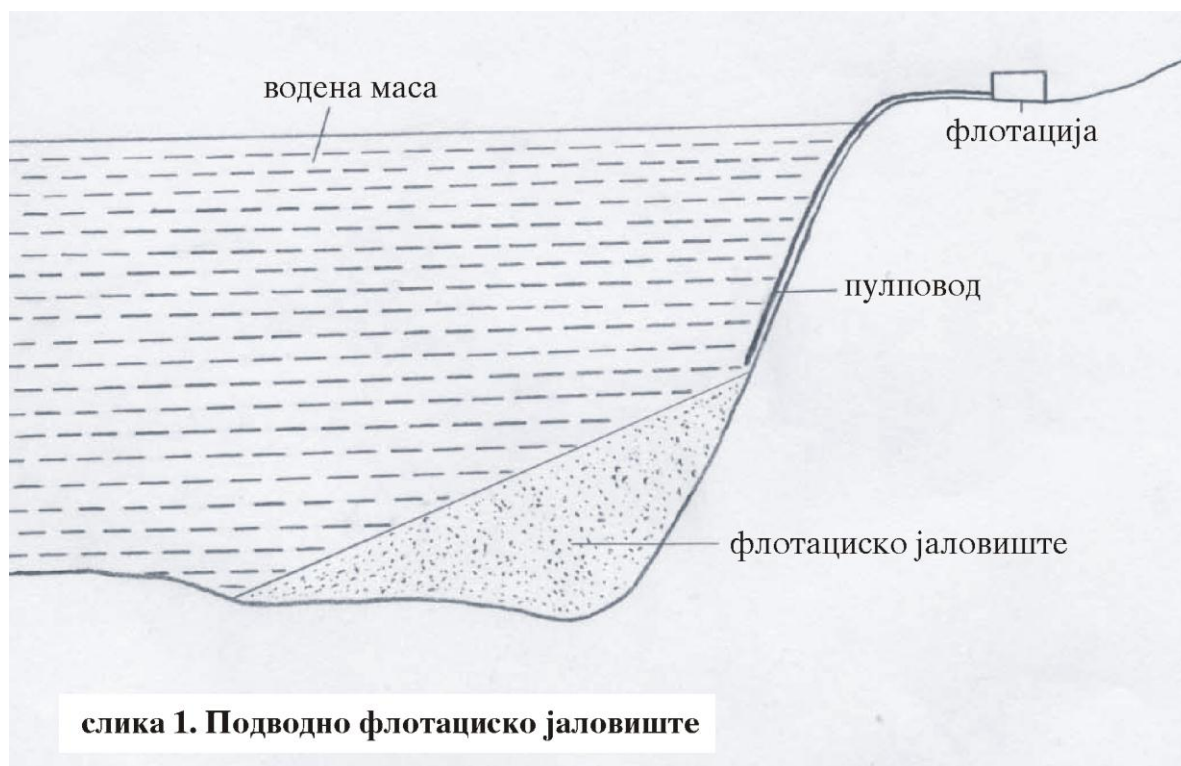
Sepak, kaj povr{inskite otkopi, kako nedostatok bi bilo kontroliraweto na vodata vo flotaciskite hidrojalovi{ta, bidej}i flotaciskata jalovina soдр`i golem procent na voda, obi~no od 60 - 80%, a znaeme deka vodata od jalovi{tata ne mo`e da se koristi se dodeka ne se izbistri i ne se raspadnat {tetnite materii vo nea. ^esto pati, povr{inskite otkopi ne ja zadovoluvaat potrebnata povr{ina za pro~istuvawe na vodata, a doa|a i do zagrozuvawe na podzemnite vodi. Pa zatoa ovie flotaciski hidrojalovi{ta se izbegnuvaat, a rudarskite otkopi se koristat za deponirawe na suva rudni~ka jalovina. Me|utoa, koga se koristat vakvite otkopi za formirawe flotaciski jalovi{ta, toga{ se vr{i podgotovka na terenot so oblo`uvawe so glina ili so postavuvawe plasti~na folija.

Koga za deponirawe na jalovinata se koristat podzemnite otkopi, toga{ treba flotaciskata pulpa da bide so pogolema gustina na cvrstite ~esti~ki (50 - 60%). Na toj na~in se namaluva mo`nosta za prodor na slobodnata voda vo aktivnite delovi na podzemnite prostorii, a istovremeno i deponiranata flotaciska masa e postabilna.

Specifi~en tip na flotaciski hidrojalovi{ta se i podvodnite flotaciski hidrojalovi{ta koi se formiraat na dnoto na nekoja pogolema vodena masa. Spored neкои stru~waci, formiraweto na ovoj tip na flotaciski hidrojalovi{ta bi bilo najdobro re{enie, dokolku za toa postojat uslovi. Takvi jalovi{ta mo`at da se formiraat ako pogonot za prerabotka na mineralnata surovina se nao|a vo blizina na neкои vodeni masi, (sl.1).

Takvi vodeni masi bi mo`ele da bidat neкои moriwa ili ezera. Prednosta bi bila vo toa {to, nema da se zagrozi neкое novo zemji{te, a isto taka, tie jalovi{ta nema da pretstavuvaat potencijalna opasnost za nadvore{nata `ivotna sredina. Toj tip na jalovi{ta e mo`en vo delovi na ezera ili moriwa koi nemaat neкое ekonomsko zna~ewe (vo pogled na ribarstvo i podvoden turizam), delovi vo koj nema nagli dvi`ewa na vodata, so {to cvrstite ~esti~ki bi se talo`ele na dnoto i bi go gradele flotaciskoto jalovi{te. Transportot na jalovinata bi bil gravitaciski.

Negativnosta pri izgradba na podvodni flotaciski jalovi{ta e toa {to treba da ima podvodni aktivnosti pri postavuvawe na cevkovodot i pri kontrolirawe na jalovi{tata, kako i mo`nosta za zagaduvawe na okolnite vodi od toksi~nite komponenti soдр`ani vo flotaciskata hidrojalovina. Zagaduvaweto na okolnite vodi bi se namalilo, ako vo procesot na obogatuvawe na mineralnata surovina, toksi~nite reagensi bi se zamenile so pomalku toksi~ni. Ovie flotaciski jalovi{ta nemaat nekoja zna~ajna primena, no da se nadevame deka vo idnina bi bile po primenuvani.



1.4.2. Nadvorne{ni flotaciski hidrojalovi{ta

Vo praksa naj~esto se gradat nadvorne{ni flotaciski hidrojalovi{ta. Vo zavisnost od reljefot na terenot vrz koj se formiraat, flotaciskite hidrojalovi{ta mo`at da bidat:

- ramni~arski flotaciski hidrojalovi{ta i
- ridski flotaciski hidrojalovi{ta.

Vo su{tina, jalovi{tata formirani na ramni~arski teren ili na ridsko - planinski teren imaat isti konstruktivni osobini i sli~en na~in na izgradba. Ramni~arskite flotaciski hidrojalovi{ta se poskapi za izgradba, bidejji se izrobotuva brana od site ~etiri strani, pri {to po~etnata brana se gradi od zemji{teto od okolniot teren ili poretko od nekoj drug materijal (kamen, beton i sl.), se zarobuva plodno zemji{te, naj~esto se gradi pokraj naseleni mesta i soobra}ajnici, te{ko se dreniraat i odr`uvaat i vo odredena mera vlijaat na okolnata sredina. Sepak, koga nema drugi uslovi, neminovno e da toa se formira na ramni~arski predel.

Ridskiot tip na flotaciski hidrojalovi{ta e sekako poeftino re{enie, pri {to za nivna lokacija se koristat neкои pogodni dolini i naj~esto se gradat brani samo od edna strana na hidrojalovi{teto, a ponekoga{ i od neкои drugi strani, se vo zavisnost od terenskata situacija. Prednost im e toa {to obi~no ne zarobuvaat zemji{te so visok bonitet, dreniraweto i odr`uvaweto e ne{to polesno, otkolku kaj ramni~arskite jalovi{ta. Negativnost e toa {to jalovi{teto ponekoga{ e napadnato od porojni vodi i erozivno zemji{te, koi {to mo`at i da go o{tetat samoto jalovi{te. Vo na{ata dr`ava site flotaciski hidrojalovi{ta se od ridski tip.

Druga klasifikacija bi bila vo odnos na toa, dali flotaciskoto hidrojalovi{te ima ili nema glavno talo`no ezero, zna~i:

- flotaciski hidrojalovi{ta bez glavno talo`no ezero i
- flotaciski hidrojalovi{ta so glavno talo`no ezero.

1.4.2.1. Flotaciski hidrojalovi{ta bez glavno talo`no ezero

Ovie flotaciski hidrojalovi{ta nemaat glavno talo`no ezero, no za taa smetka, pred da bide deponirana flotaciskata hidrojalovina, taa pominuva niz postrojka za zgusnuvawe na jalovinata, odnosno odstranuvawe na pogolem del na voda, koja voda povtorno se vra}a vo procesot na obogatuvawe na mineralnata surovina. Isto taka, ponisko od flotaciskoto jalovi{te treba da ima pomo{no reciklira~ko ezero (sl.2).



слика 2. Флотациско хидројаловиште без главно таложно езеро

Celta na pomo{ното езеро e da ja prifati vodata koja se isceduva od jalovi{teto i da ja zadr`i za finalno izbistruvawe, a potoa prifatenata voda se vra}a vo pogonot flotacija ili se ispu{ta vo najbliskiot vodotek. Za da flotaciskoto hidrojalovi{te funkcionira kako {to treba, po`elno e da na terenot predviden za jalovi{te se izvr{i postavuvawe na drena`en tepih (naj~esto od glina ili polietilenska folija). Na toj na~in celokupnata procedna voda }e se sliva vo pomo{ното езеро, a i }e se spre~i zagaduvaweto na podzemnite vodi.

Ovie flotaciski hidrojalovi{ta se gradat vo ridските predeli i se ne{to pospecifi~ni od hidrojalovi{tata so talo`ni ezera, pa zatoa i nivnata primena e zna~itelno pomala.

1.4.2.2. Flotaciski hidrojalovi{ta so glavno talo`no езеро

Najmnogu vo upotreba se tokmu ovoj tip na hidrojalovi{ta. Tie se состојат од главна brana i glavno talo`no езеро. Ponekoga{ mo`at da имат i pomo{no reciklira~ko езеро, (sl.3).



Za izgradba na branata se koristat razli~ni metodi, no naj~esto so metodata na hidrociklonirawe, kade branata se gradi od pokrupnite ~esti~ki od flotaciskata jalovina i poretka e metodata so {pigotirawe.

Celta na glavното talo`no ezero e da vo nego se izvr{i izbistruvawe i pro~istuvawe na vodata, koja voda, mo`e pak da se koristi vo procesot flotacija ili se ispu{ta vo najbliskiот vodotek.

Vo zvisnost od na~inot na funkcionirawe, vakvite flotaciski hidrojalovi{ta mo`at da bidat:

- ednofazni flotaciski hidrojalovi{ta i
- pove}efazni flotaciski hidrojalovi{ta.

Ednofaznite flotaciski hidrojalovi{ta, od po~etokot do krajot na eksploatacijata funkcioniraat kako edno edinstveno jalovi{te so edno glavno talo`no ezero.

Pove}efaznite flotaciski hidrojalovi{ta se gradat vo pove}e fazi, so pove}e talo`ni ezera. Karakteristi~ni se za dolinite, pri {to sekoja naredna faza od izgradbata na jalovi{tata e prodol`etok na nekoja prethodna faza.

2.1. Elementi za izgradba na flotaciski hidrojalovit{ta

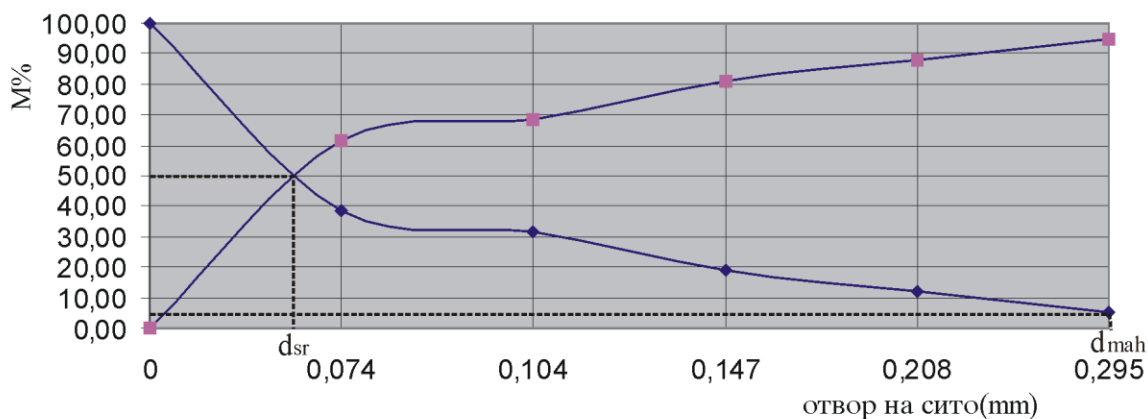
Dimenzioniraweto na flotaciskite hidrojalovit{ta so site nivni funkcionalni objekti, pred se e usloveno od nekolku elementi, koi se vo direktna zavisnost od karakteristikite na flotaciskata jalovina:

- *Koli~ina na flotaciska jalovina.* Koli~inata na flotaciska jalovina se odreduva sprema masata na cvrsta faza vo proizvodite na flotaciskata koncentracija vo pogonot flotacija. Zna~i, taa e uslovena od kapacitetot na flotacija i od kvalitetot na rudata koja odi na flotacija.

- *Sodr`ina na klasata - 0.074 mm vo cvrstata faza.* Na koj na~in }e se gradi jalovit{teto, pred se zavisi od goleminata na cvrstite frakcii. Kako kriterium, naj~esto se zema klasata - 0.074 mm i se prika`uva vo procenti, odnosno se dava prikaz na procentualnata soodr`anost na cvrstite frakcii koi se pomali od 0.074 mm i na baza na tie podatoci se ocenuva dali vo flotaciskata jalovina }e ima dovolno krupni frakcii - pesok za izgradba na branata. Sprema svetskata praksa u~estvoto na zrnata pomali od 0.074 mm vo pesokot za gradba na branata treba da bide pomalku od 10%. Me|utoa, kaj neкои na{i jalovit{ta toj procent pominuva i nad 20%. Za ocenka na soodr`inata na klasata - 0.074 + 0.0 mm vo cvrsta faza - jalovina, se koristat podatoci dobieni od tehnolo{kite snimawa na proizvodot - istek na flotaciska jalovina od flotaciskata koncentracija. Za ilustracija neka poslu`at tabela 2 i dijagram 1.

otvor na sito mm	granulometrski sostav na jalovinata		
	M%	$\sum M\% \downarrow$	$\sum M\% \uparrow$
+ 0.295	4.99	4.99	100.00
- 0.295 + 0.208	6.88	11.87	95.01
- 0.208 + 0.147	7.08	18.95	88.13
- 0.147 + 0.104	12.53	31.48	81.05
- 0.104 + 0.074	7.02	38.50	68.52
- 0.074 + 0.000	61.50	100.00	61.50

tab. 2



дијаграм 1. granulometrijski sastav na jalovinata

- *Maksimalna i sredna golemina na ~esti~kite od cvrstata faza.* Dijagramski se određujuat i maksimalnata (d_{\max}) i srednata (d_{sr}) golemina na frakciite od cvrstata faza, (dijagram 1). Za maksimalna se ocenuva onaa golemina nad koja se nao|aat 5% od vkupnata koli~ina cvrsti ~esti~ki. A sredna e onaa golemina za koja ispod nea i nad nea se nao|aat po 50% od vkupnata koli~ina ispituvana jalovina (se određuju od presekot na krivite na otsev i prosev).

- *Gustina na cvrstata faza - jalovina, g_c (t/m^3).* Se usvojuva naj~esto onaa gustina koja ja ima rudata.

- *Sodr`ina na cvrsta faza - jalovina i masen odnos cvrsto : te~no.* Sodr`inata na cvrsta faza obi~no zavisi od toa kolkava koli~ina voda e potrebno za flotaciskata koncentracija. Maseniot odnos cvrsto : te~no obi~no varira vo tesni granici, no pri projektiraweto se usvojuva sredniot odnos.

- *Gustina na flotaciskata pulpa, g_p (t/m^3).* Ovaa gustina e vo direktna vrska od odnosot cvrsto : te~no.

- *Zafatninska soodr`ina na cvrstata faza-jalovina vo pulpata, C_v .*

$$C_v = \frac{(\gamma_p - \gamma_v)}{(\gamma_c - \gamma_v)} \cdot 100 \dots (\%)$$

g_v - gustina na vodata ($g_v = 1.0 \text{ t/m}^3$).

- Hidraulična golemina (brzina na slobodno padanje na cvrstite žestiki vo voda, W_{sr}). Ova brzina najčešće se presmetuje po zakonot na “Stoks”. Uslov je da $d_{sr} \leq 0.120 \text{ mm}$.

$$W_{sr} = 5450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - \gamma_v) = 5450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - 1) \dots (cm/s)$$

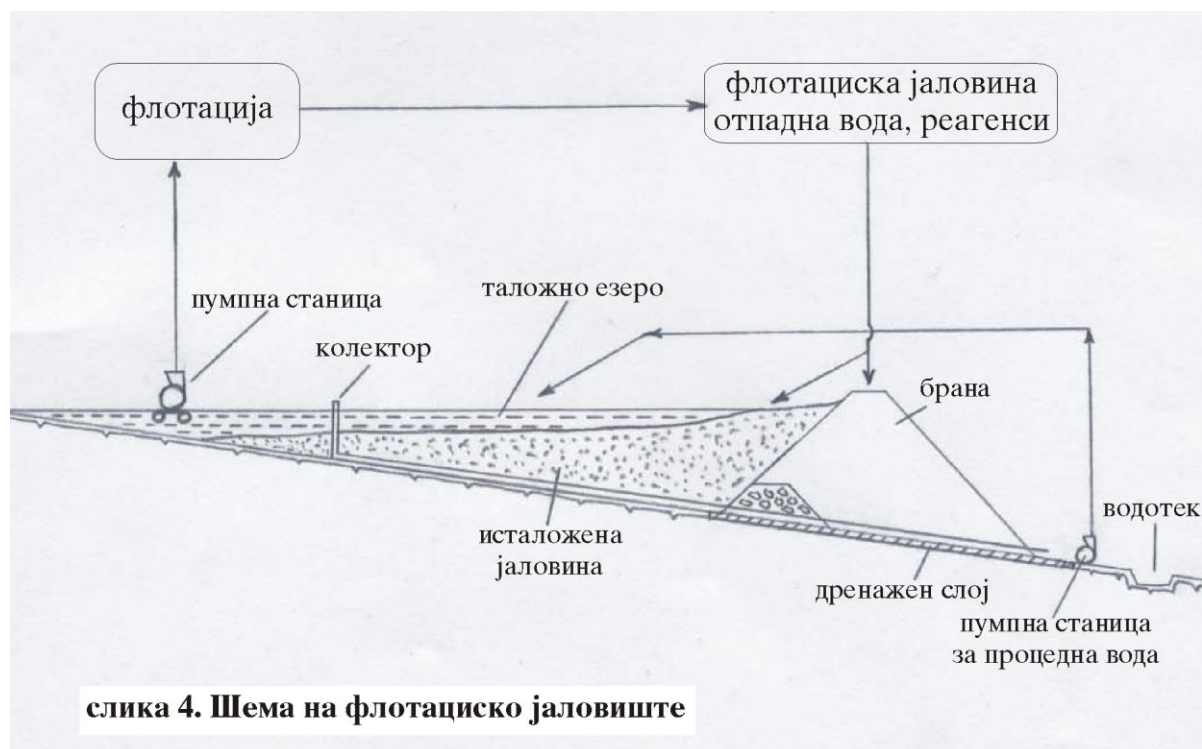
2.2. Glavni funkcionalni objekti na flotaciskite hidrojalovišta

Tipične flotaciske hidrojalovišta se sastoje od glavna brana i glavno taložno jezero, opremljeni sa sistemom za transport na flotaciskata jalovina do jalovišta, sistem za evakuaciju na vodite od jalovišta, sistem za zaštitu od okolni vodi i ušte nekoji dodatni sistemi. Važna karakteristika na ovie sistemi je toa što tie se gradat na početokot na formiranje na jalovišta i ponatamožniti raboti se zanemarlivi, a se sveduvaat na održavanje i kontrola na jalovišta. Nekoji od ovie sistemi, posebno objekti so tekot na eksploatacija se zatrupuvaat, pa poseriorni prepravki se mnogu komplikuvani i skapi. Poradi toa, važno je da tie bidat pravilno dimenzionirani, projektirani i gradeni. Znači, problemi mogu da započnat ušte so projektiraweto koga se odi na štewe, odnosno se pravat pomalku efikasni sistemi, koi potoa mogu da go zagrozat celoto jalovište. Znači, ovie objekti vo tekot na eksploatacijata na flotaciskoto jalovište treba da obezbedat sigurna i neprećena rabota.

Glavni funkcionalni objekti koi vleguvaat vo sostavot na flotaciskite hidrojalovišta se:

- brana i taložno jezero;
- sistem za hidrotransport na flotaciskata jalovina;
- sistem za odlagawe na flotaciskata jalovina;
- drenažni sistem;
- prelivni kolektor;
- pumpna stanica za povratna voda;
- zaštitni slivni kolektori i dr.

[ema na tipično flotacisko hidrojalovište je prikazana na sl. 4.



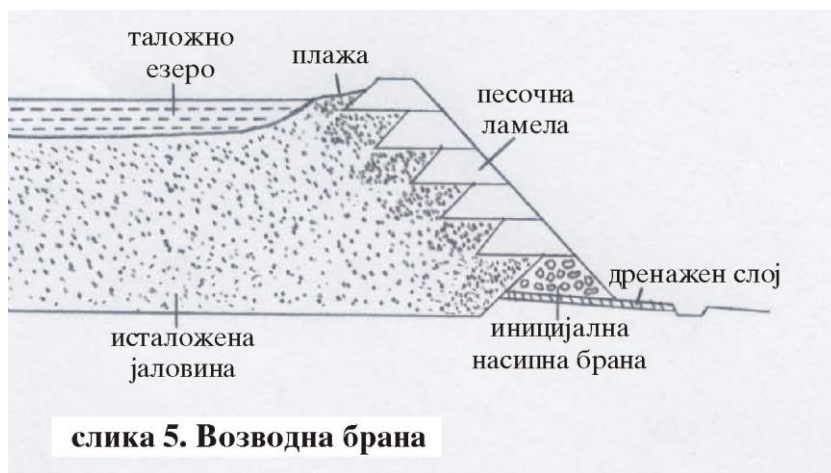
2.2.1. Брана и тало̀но езеро

Pri odlagawe na flotaciskata jalovina se formiraat brana i talòno ezero. Branata se formira od proizvodot pesok od jalovinata, a talòno ezero od proizvodot tiwa - муџ od jalovinata. Proizvodot pesok se nasipuva vo vlàna sostojba i se gradi nasip - brana, pri {to ponekoga{ se vr{i naknadno zbivawe na nasipot, ako zbienosta ne se dobie so prirodno nasipuvawe. Deponiraweto na tiwa vo talòno ezero - akumulacionen prostor se vr{i so prirodno istalòuvawe na cvrstite sitni ~esti~ki od flotaciskata pulpa, pri {to doa|a do izdvojuvawe na sitnite flotaciski ~esti~ki od vodata. Vodata go formira vodenoto ogledalo, a tiwata e na dnoto od talòno ezero ili vo suvite pla`i na jalovi{teto.

Postojat nekolku metodi po koi se vr{i izgradba na branite na flotaciskite hidrojalovi{ta, a toa se:

- vozvodna metoda ("upstream method");
- nizvodna metoda ("downstream method");
- centralna metoda ("centre - line method").

Pri izgradba na jalovi{teto se pove}e se odi kon {to poeftina izvedba. Ova barawe prvenstveno vodi kon primena na vozvodna metoda za izgradba na branata. Pri koristewe na ova metoda, najprvo se pravi po~etna inicijalna brana, a potoa branata raste vozvodno, odnosno kon talo`noto ezero, sl. 5.



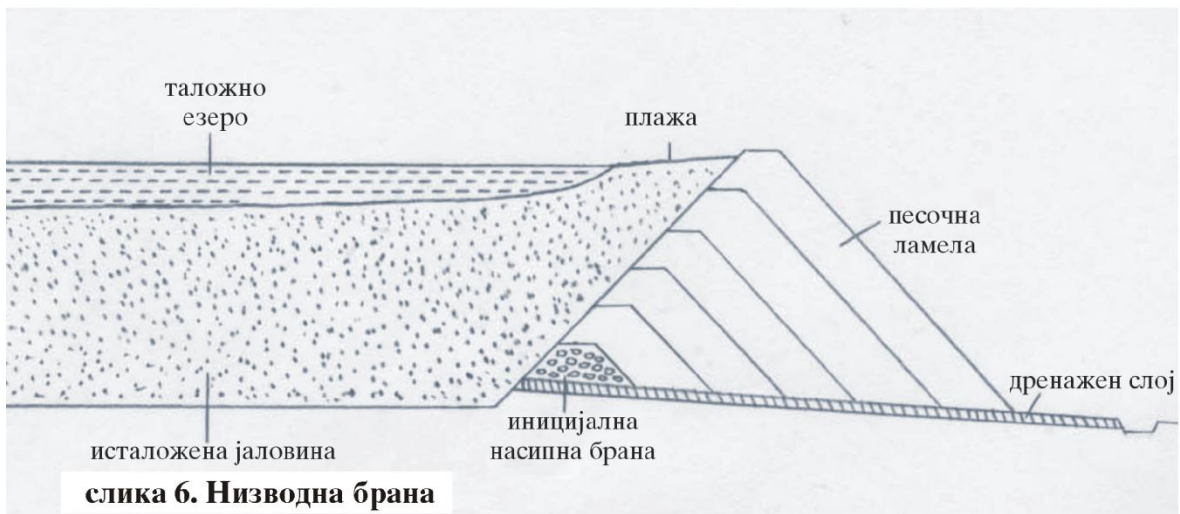
Inicijalnata po~etna brana (nasip) se izgradi od okolniot teren (kamen, zemji{te) ili od aluvialen materijal. Ovoj nasip ima dvostepena uloga: }e bide nose~ka podloga za naredniot nasip i e nasip koj ovozmo`uva po~etno formirawe na akumulacioniот bazen. Visinata na inicijalnata brana varira i zavisi od topografskite karakteristiki na terenot, no naj~esto se dvi`i od 10 - 25 m kaj planinskite jalovi{ta i 5 - 8 m kaj ramni~arskite jalovi{ta.

Na slikata e prika`ano jalovi{te ~ija {to brana se gradi so hidrociklonirawe, odnosno taa se gradi od samata pokрупna flotaciska jalovina. Nedostatok e toa {to pri izgradba na branata, sekoja pogорna nasipna lamela se gradi na vrvot od prethodno deponiranata nekonsolidirana tiwa, a glavna prednost e niskata cena na ~inewe i brzinata so koja se podiga branata pri sekoe sukcesivno podigawe na nasipot.

Osven so hidrociklonirawe, vozvodnata brana mo`e da se gradi i po drugi metodi, kako {to e i metodata na {pigotirawe, (vidi sl. 3). Branata izgradena so {pigotirawe slu`i za stopirawe, odnosno kontrolirawe na flotaciskata jalovina i vodata soдр`ana vo nea. Branata mo`e da se gradi od glinen materijal, ponekoga{ i od nekoj drug materijal i se izgradi (zgolemuva vo visina) vo zavisnost od zgolemuvawe na flotaciskata jalovina vo jalovi{teto.

Po metodot na vozvodna brana, prete`no se gradat jalovi{ta vo ramni~arskite predeli. Prednosta e toa {to za gradba na branata e potrebno malku крупнозрnest materijal, no nedostatok na ovie jalovi{ta e limitira~kata visina do koja branite mo`at da se gradat, pa vozvodnata metoda e se pomalku vo upotreba. Retko jalovi{tata izgradeni po ova metoda dostignuvaat visini pogolemi od 30 m.

Nizvodnata metoda za izgradba na brana na flotacisko hidrojalovi{te e relativno nov razvoen sistem koj e dobien kako rezultat na naporite za konstrukcija na pogolemi i posigurni flotaciski hidrojalovi{ta. Ova metoda e sprotivna na vozvodnata metoda, odnosno nasipot raste vo nizvodnata linija, sprotivno od glavnoto talo`no ezero, a branata se nadvi`uva vrz pokрупnata jalovina, (sl.6).



Odlagaweto na flotaciskata jalovina se vr{i so hidrociklonirawe, so {to se sozdava pesok za branata. Jalovi{tata formirani so ovaa metoda gi poka`uvaat slednite prednosti:

- dozvoluvaat mnogu visoki nadgradbi (i do 150 m);
- so nadgraduwaeto se zgolemuva akumulacioniot prostor;
- imaat pogolema stabilnost, vo sekoj moment mo`at da se kontroliraat dvi`ewata na vodite niz branata, mo`at da se koregiraat nadvorenite kosini i da se prezemat merki za spre`uvawe na havarija;
- investicionite tro{oci, presmetani po ton deponirana masa se pomali.

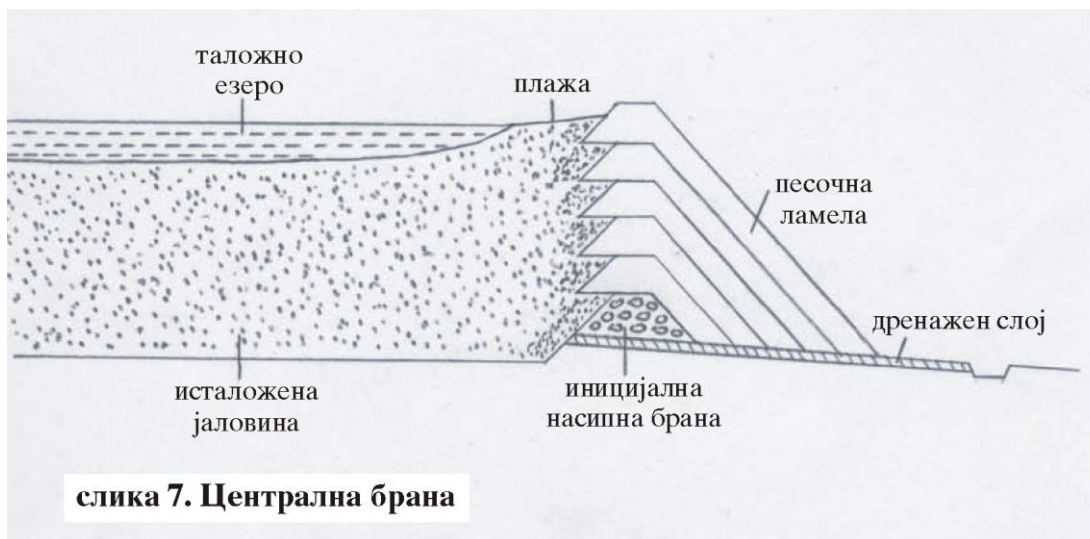
Glaven nedostatok na nizvodnata metoda e toa {to:

- za podigawe na branata e potrebna golema koli`ina na pesok (krupnite frakcii od flotaciskata jalovina), taka da vo ramni{arskite predeli ovaa metoda ima ograni`eni mo`nosti;
- ne mo`e da se primeni kaj flotacii koi tretiraat mnogu sitni - fini `esti`ki;
- eksploatacionite tro{oci se pogolemi, bidej{i treba anga`irawe okolu poramnuvawe na nizvodnata kosina, so tekot na eksploatacija se prodol`uva (postavuva) drena`en sistem i sl.

Site flotaciski hidrojalovi{ta vo seizmi`ki predeli, pa i skoro site poglavni hidrojalovi{ta se konstruirani so primena na ovaa nizvodna metoda.

Postoi i t.n. centralna metoda za izgradba na branata na hidrojalovi{teto. Sekoj nareden nasip na branata se postavuva centralno vrz sekoj prethoden nasip, (sl.7). Prednosta na ovaa metoda e toa {to pri

izgradba na branata ne se potrebni mnogu golemi količini na pesok i podigaweto na branata mo`e da bide do bilo koja visina.



Ponekoga, pri izgradba na hidrojalovi{tata, mo`e da se koristi kombinirana metoda za gradba na branata. Odnosno, do edna visina branata da bide gradena po edna metoda, a potoa da prodol`i so gradba po druga metoda.

Izgradbata na branite po visina e so lameli naj~esto od 2 do 5 metri, a {irinata na krunata naj~esto e 4 do 6 metri. Se vodi сметка i za naklonot na branata, kako i za minimalno dozvolenata retenzionna visina.

Osven glavna brana, flotaciskite hidrojalovi{ta mo`at da imaat i pomo{ni za{titni brani koi }e bidat sostaven del na jalovi{teto, a }e vr{at uloga na za{tita na pati{ta, grade`ni objekti i sl.

Zna~i, akumulacioniot prostor - talo`noto езеро na jalovi{teto se obezbeduva so izgradba na brana od edna ili pove`e strani, potoa od okolnoto zemji{te (ridovi) ili dokolku postojat i brani od stari jalovi{ta. Talo`noto езеро slu`i za избистрување i pove`ednevno одле`увawe на водата, so {to doa|a do ослободувawe на водата од цврстите ~ести~ки i од {tetните компоненти.

Dimenzioniraweto na vodenoto ogledalo e vo zavisnost od vremeto na talo`ewe na sitnite ~ести~ки koi se talo`at vo ezeroto. Otvorot na kolektorot ili mestoto za postavuvawe na pumpa treba da e {to podaleku od granicata vodeno ogledalo i pla`a (mestoto kade se vlewa hidrocikloniraniot preliv - muq). Vo tekot na eksploatacija eden del od povr{inata na akumulacioniot prostor - talo`no езеро na jalovi{teto se odr`uva pod "pla`a" - vidлива јаловина. So namaluvawe i zgolemuвање na ovaa pla`a se ima kontrola vrz vodenoto ogledalo. Vo pla`ata mo`e da se najdat фракции koi mo`at da slu`at za gradba na

branata, no i mnogu sitni frakcii, bidejji vo slu~aj na nerabotewe na hidrociklonite flotaciskata jalovina direktno se odlaga vo pla`ata.

Za dimenzionirawe na vodenoto ogledalo naj~esto se koristi Stoks - oviot zakon za palawe na cvrsti tela vo fluidi, pri {to brzinata na palawe se izrazuva so relacijata:

$$W_{sr} = 5.450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - \gamma_v) = 5.450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - 1) \dots (cm/s)$$

kade se:

d_{sr} - sredna golemina na ~esti~kite od prelivot (cm);

γ_c - gustina na cvrsti ~esti~ki (t/m^3);

γ_v - gustina na vodata (t/m^3).

So ova ednakvost ne se predvideni dejstvata na struwe na vodata kon kolektorot i turbulencijata na vodata pod vlijanie na veterot. Ovie korekcii gi predlaga Kizivalter i korekcionata brzina }e bide:

$$W_c = \frac{\pi \cdot d_e (\gamma_c - \gamma_v) \cdot g}{6 \cdot Q \cdot \gamma_v} \dots (cm/s)$$

kade se:

d_e - ekvivalentet dijametar na ~esti~kite (cm);

Q - koeficient na otpor.

Eden del od flotaciskite reagensi, koi doa|aat so jalovinskata pulpa se nao|aat rastvoreni vo ezerskata voda. [to e pogolemo vodenoto ogledalo, tolku e podolgo odle`uvaweto na vodata, so {to se ovozmo`uva i hemisko pro~istuvawe na vodata.

Ponekoga{, ispod flotaciskoto hidrojalovi{te se formiraat i pomo{ni brani i ezera, koi slu`at za prifa}awe na drena`nite i kolektorskite vodi, pri {to se ovozmo`uva dodatno pro~istuvawe na vodata, pri {to vo pomo{noto ezero mo`e da se postavi pumpna stanica za povratna voda.

2.2.2. Sistem za hidrotransport na flotaciskata jalovina

Hidrotransportot na flotaciskata jalovina od pogonot za prerabotka do jalovništeto mo`e da bide:

- gravitaciski;
- so pomoć na pumpi;
- kombiniran.

Najeftin naćin za transport e sekako gravitaciski transport. Gravitaciski transport se odviva pod dejstvo na gravitaciskata sila, bez koristewe na dodatna energija. Ovoj transport mo`e da se koristi koga postoji dovolno pozitivna razlika pomeću vlezna i izleznata kota na cevkovodot ili na kanalot. Sekogać koga ima uslovi, najdobro e da se koristi ovoj vid na transport. Mećutoa, koga ovoj transport ne obezbeduva dovolen raboten pritisok za hidrociklonite, togać pri transportot se koristi dodatna energija. Toa se postignuva so pomoć na pumpi, koi na pulpata i ja predavaat energijata koja ja dobivaat od pogonski motor. Najćiroka primena imaat centrifugalnite pumpi. Principot na rabota na centrifugalnite pumpi se zasnova na zaemno deluvawe na pulpata i lopatkite od rabotното kolo. Pri vrtewe na rabotното kolo, lopatkite vrćat pritisok na zafatenata pulpa i na toj naćin vrćat prenos na pulpata od edno na drugo mesto. Transportot so pumpi e neminoven kaj ramnićarskite flotaciski hidrojalovništeta. Najćest slućaj e kombiniraniot transport, pri ćto jalovinata vo eden del se transportira gravitaciski, a vo drug so pomoć na pumpi. Znaći, koga ne e mo`en celosen gravitaciski transport, najćest tipićen primer za transport na flotaciskata jalovina e sledniot. Od pogonot flotacija do određen sobirnik jalovinata se transportira gravitaciski, a potoa se vrći ispumpuvawe do hidrociklonite postaveni na branata. Sobirnikot za pulpa treba da ima volumen koj ĳe obezbedi prifaćawe na celata pulpa ćto ĳe se najde vo gravitacioniot pulpovod, vo slućaj da dojde do prekin na elektrićna energija.

Hidrotransportot na jalovinskata pulpa najćesto se izveduva so kanaleti ili so cevki. Vo minatoto, kako sistem za hidrotransport na jalovinskata pulpa slućele kanaletite. Tie bile praveni od beton, ćelik, lim ili od nekoj drug materijal. No denes, kanaletite se poveće se zamenuvaat so cevki. Prićina za toa e ćto kanaletite se otvoreni i ponekogać tie mo`at da bidat napadnati od okolniot teren (obićno posle silni doćdovi) i na toj naćin da dojde do zatnuvawe na kanaletata i izlevawe na flotaciskata jalovina. Znaći, koga se vrći transport so kanaleti potrebni se posebni merki za zaćtita. Ogranićuvawe e toa ćto kanaletite mo`at da se koristat samo koga e mo`en gravitaciski transport, za razlika od cevkovodniot sistem koj so pomoć na pumpi, pretstavuva besprekoren sistem za transport. Na nekoj jalovništeta seuće se vo upotreba kanaletite za transport na flotaciskata jalovina.

Hidraulićkiot cevkovoden transporten sistem, sekako e ekoloćki napolno prifatliv sistem. @ivotnata sredina e napolno zaćtitenaa, so ogled na toa ćto hidrojalovinata se transportira vo zatvoren

sistem. Minimalni vlijanja vrz `ivotnata sredina bi mo`elo da ima vo slu`aj, {to e malku verojaten, na pukawe i havarija na cevkovodot. Iskustvata poka`uvaat deka ovoj vid na transport e mnogu ekonomie`en, kako od aspekt na cenata na opremata, prostorot za trasirawe na cevkovodot, niskite ceni na grade`nite raboti, taka i od lesnoto odr`uvawe. Mnogu `esto ovoj transport e potpomognat so pumpi.

2.2.2.1. Proektirawe na pulpovodot

Za izbor na cevkovodot, zna`ajno e koi karakteristiki gi ima flotaciskata jalovina i pritisokot koj treba da go izdr`at. Koga se proektira potpolno fiksni cevkovodi za golem pritisok se koristat `eli`ni cevki, dodeka na flotaciskite jalovi`ta kade pritisokot obi`no e pomal od 16 bari i cevkovodot `esto se premestuva i se prodol`uva se pove`e se upotrebuvaat plasti`ni i plastificirani cevki izraboteni od plasti`ni materijali (PVC, poliester, polietilen, epoksid i sl.) i gumeni creva (obi`no poja`ani so `eli`no spiralno vgradena `ica). Gumenite creva se koristat na mesta kade {to e potrebna fleksibilna vrska, obi`no tie gi povrzuvaat plasti`nite cevki so hidrociklonot, ili se koristat na mesta so golemi krivini.

Proektiraweto na pulpovodot podrazbira negovo dimenzionirawe (pre`nik, dol`ina, pritisok), potoa odreduvawe na trasata i nagibot, odreduvawe na na`inot na postavuvawe (nadmerno ili podzemno), izbor na materijalot od koj se napraveni cevkite, debelina na yidot na cevkite, izbor na spojuvawe na cevkite i nivna za`tita.

Dimenzioniraweto na pulpovodot zavisi od koli`inata na jalovinska pulpa {to treba da se transportira, potoa od gustinata na pulpata, od krupnosta na cvrstite frakcii i sl. Pre`nikot na cevkovodot se dimenzionira vrz baza na odnosot pome|u kriti`nata i stvarnata brzina na struwe na pulpata, koj odnos e sledniot:

$$V_{st} = (1.1 \div 1.2) \cdot V_{kr}$$

Kriti`nata brzina mo`e da se opredeli presmetkovno ili so koristewe na obrasci od razli`ni avtori, koi kriti`nata brzina ja dobile po eksperimentalen pat ili pak mo`e da se opredeli eksperimentalno vo hidrauli`ki labaratorii. Op{t princip e da pri kratkite cevkovodi se presmetuva, a kaj dolgite da se opredeluva eksperimentalno. Za presmetka naj{iroka primena ima formulata na Durand - Condoliosa:

$$V_{kr} = F_1 \sqrt{2gD \frac{\gamma_c - \gamma_v}{\gamma_v}} \dots (m/s)$$

kade se:

F_1 - modificiran Frudevov broj, koj zavisi od koncentracijata i goleminata na zrnata na flotaciskata jalovina. Se o{ituva od dijagrami;

D - vnatre{en dijametar na pulpovodot (m);

σ_c - gustina na cvrsti {esti{ki (t/m^3);

σ_v - gustina na vodata (t/m^3).

Pri dimenzioniraweto na cevkovodot treba da se dobijat optimalni brzini pome|u 1.6 - 2.4, do najmnogu 3.0 m/s. Transportot pri pogolemi brzini ima negativni efekti pri abrazija na cevkite i pri potro{uva{ka na energija.

Trasata pretstavuva linija po koja se postavuva cevkovodot i go povrzuva mestoto na vlez i mestoto na napu{tawe na flotaciskata jalovina. I obi{no, pri trasirawe na pulpovod se bira najkratkoto mo{no rastojanie, so {to pomalku i poblagi krivini i treba da se po{ituvaat slednite principi:

- da se izbegnuvaat kontrapadovi (naizmeni{no uspon i pad), bidej{i vo slu{aj na zastoj mo{e da dojde do zaglavuvawe na jalovinata vo cevkovodot. No, ako terenot e takov {to }e ima kontrapadovi vo toj slu{aj se postavuvaat uredi za ispirawe na cevkovodnata instalacija;

- grade{nite raboti za izработка na usek ili nasip za trasata na cevkovodot da bidat minimalni;

- da se sledi trasata na ve}e postoe{ki patni soobra}ajnici za {to poeftina monta`a i polesno odr`uvawe;

- da se izbegnuva vodewe na cevkovodot niz naseleni mesta i privatni imoti.

Trasata na cevkovodot mo{e da bide podzemna i nadzemna. Kratkite cevkovodi obi{no sekoga{ se nadzemni, a dolgite mo{at da bidat nadzemni, no mo{at i da se vkopuvaat. Prednosta na podzemnite cevkovodi e toa {to ne se postavuvaat nose{ki stolbovi, o{tetuvawata od {ovekot ili `ivotnite se isklue{eni, terenot mo{e da se koristi za drugi nameni, ne trpat golemi temperaturni promeni, pa vekot im se zgolemuva. No, se vkopuvaat ispod dlabinata na zamrznuvawe (0.8 - 1.2 m). Nedostatok im e toa {to {ovekot nema vizuelna kontrola vrz cevkovodot, pa e komplikuvano, sporo i skapo utvrduvaweto na mestoto na o{tetuvawe i intervenirawe na cevkovodot. Pa zatoa, podzemnite cevkovodi treba sekoga{ da se izgraduvaat od podobri materijali i spoevite da se ispituvaat pred zatrupuvawe na cevkovodot. No, zaradi lesnata kontrola pove}e vo upotreba se povr{inskite cevkovodi.

Vo zavisnost od materijalot od koj se napraveni cevkite, se razlikuvaat nekolku vidovi na cevki:

- betonski;

- betonski - salonitni;

- elini nerlosuvaki;
- plastiini;
- plastificirani;
- gumeni;
- cevki od kompozitni materijali i dr.

Spojувaweto na cevkite mo`e da se vr{i na pove}e na~ini, no pred se zavisi od materijalot na cevkite. So zavaruvawe se vr{i spojувawe na ~eli~ni cevki koi go so~inuvaa cevkovodot koj e fiksen i ne se premestuva, prodol`uva i skratuva. No, za kratki cevkovodi koi ~esto se prodol`uvaa ili skratuvaa se koristat najrazli~ni tipovi na spojници, koi imaat ednostavna monta`a.

Negativnost za cevkovodniot transport e abrazijata na cevkite. Imeno, pri transport na pulpata, krupnite ~esti~ki od jalovinata udaraat po yidovite na cevkite, no i se stremat da se koncentriraat na dnoto na cevkite. Na toj na~in, doajа do abrazija na cevkite, koja e poizrazena na dnoto. Re{enie za toa e da pulpovodot - cevkite se rotiraat i na toj na~in se prodol`i nivniot vek.

Kaj cevkite se razlikuvaa dva tipa na korozija i toa: vnatre{na i nadvore{na. Koga stanuva zbor za vnatre{na korozija na cevkovodite, taa e od elektrohemiska priroda i naj~esto se javuva poradi dejstvoto na rastvori na soli, kiselini ili drugi komponenti koi se nao|aat vo flotaciskata jalovina. Nadvore{nata korozija zavisi od ambientot na atmosferata, od tloto na koe e postaven cevkovodot i od na~inot na za{tita na cevkovodot. Na osnova na stepenot na abrazivnost se dimenzioniraat cevkovodi so podebeli yidovi na cevkite, se izbiraat cevki so podobar kvalitet ili se oblo`uvaa so materijali otporni na abrazija, kako {to se: bazalt, keramika, guma, neopren, poliuretan i dr.

2.2.2.2. Izbor na pumpa za transport na flotaciskata pulpa

Izbor na tipot, goleminata i brojot na pumpi za transport na flotaciskata pulpata zavisi od:

- protokot na pulpa, Q (m^3/s);
- specifi~na te`ina na pulpata, ρ_p (N/m^3) ili (kg/m^3);
- manometarska visina, H_{man} (m).

Manometarskata visina mo`e da se presmetuva za razli~ni uslovi, odnosno do odredeni koti i odredeni dale~ini, no naj~esto se presmetuva za najvisokata kota i najgolemata dol`ina do koja se

odveduwa pulpata i na toj na~in se odreduva pumpa koja }e go opslu`uva transportot do predvidenata visina na branata. Manometarskata visina se odreduva po ednakvosta:

$$H_{man} = h_p + h_g + P_i \dots\dots(m)$$

kade se:

h_p - gubitoci na pritisok vo pulpovodot (m);

h_g - geodetska visina na pumpawe (m);

P_i - potreben raboten pritisok za hidrociklonot (m).

Vo ova ednakvost vo gubitocite na pritisok vo pulpovodot bi mo`ele da se dodadat i lokalnite gubitoci, no so ogled na toa {to kaj dolgite cevkovodi (kade dol`inata e nad 500 pati pogolema od dijametarot na cevkovodot) tie gubitoci se najve}e 2 - 3% od vkupnite gubitoci vo pulpovodot, pa tie se zanemaruvaat.

Gubitocite na pritisok vo pulpovodot, zavisat od hidrauli~kiot pad - otpor (i_p) i od dol`inata (L) na pulpovodot:

$$h_p = i_p \cdot L \dots\dots(m)$$

pri {to hidrauli~kiot pad se dobiva od ednakvosta:

$$i_p = i_v (1 + k \cdot C_v) \dots\dots(m/m)$$

kade se:

i_v - gubitok na pritisok za ~ista voda;

k - koeficient na dopolnitelni zagubi, {to se posledica na prisustvo na cvrsti ~esti~ki vo vodata;

C_v - zafatninska koncentracija na pulpata.

Gubitokot na pritisok za ista voda zavisi od premerikot (D) na cevkovodot i od tipot na cevkite:

$$i_v = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{0.27854 \cdot C \cdot D^{2.63}}} \dots\dots (m/m)$$

Koeficientot C zavisi od tipot na cevkite, pri to mnogu avtor i imaat raboteno na nego, no najprifateni se podatocite od istra`uvaite od amerikanskata firma “Galigher” i se dadeni vo slednata tabela:

tip na cevki	C
upotrebuvani, eli`ni	100
drveni	110
novi, eli`ni	120
plasti`ni, oblo`eni so guma, azbest - cementni	130

tab. 3

Za koeficientot k postojat pove`e na`ini na odreduvawe od koj eden e po formulata na “Durand”:

$$k = 176 \left[\frac{g \cdot D(\gamma_c - 1)}{1.65 \cdot V^2} \cdot \frac{W_{sr}}{\sqrt{\frac{g \cdot d_{sr}(\gamma_c - 1)}{1.65}}} \right]^{\frac{3}{2}}$$

kade se:

D - vnatre{en dijametar na pulpovodot (m);

V - brzina na pulpata (m/s);

W_{sr} - sredna brzina na slobodno palawe na cvrstite esti`ki (m/s);

d_{sr} - sredna golemina na cvrstite esti`ki (m);

γ_c - gustina na cvrstata faza (t/m^3).

Potrebna mo}nost na elektromotorot na pumpata }e bide:

$$N = \frac{Q \cdot \gamma_p \cdot H_{man}}{1000 \cdot \eta} \dots\dots (kw)$$

Q -(m^3/s); γ_p -(N/m^3); H_{man} -(m);

η -korisno dejstvo na pumpata.

ili:

$$N = \frac{Q \cdot \gamma_p \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta \cdot 1.36} \dots\dots (kw)$$

Q -(m^3/s); γ_p -(kg/m^3); H_{man} -(m).

Za da bi se dobila mo}nosta na elektromotorot na pumpata koja treba da se vgrade, potrebno e dobljena mo}nost da se zgolemi od 5 - 50%, vo zavisnost od goleminata na dobljena mo}nost za elektromotor. Vo slednata tabela e daden faktorot na zgolemuвање vo zavisnost od goleminata na elektromotorot:

N (kw)	<1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 7.5	7.5 - 40	40 - 100	100 - 200	>200
k	1.5	1.25	1.20	1.15	1.10	1.08	1.05

tab. 4

Na ovoj na}in dobljena vrednost se smeta kako presmetkovna vrednost i nea treba da ja usoglasime so standardnite vrednosti. Sekoga{ se bira prvot pogolem po mo}nost elektromotor. Obi}no,

osven edna glavna pumpa, se izbira u{te edna koja }e bide rezervna i }e se pu{ti vo rabota vo slu~aj na defekt na glavната pumpa. Ponekoga{ se koristat i pove}e pumpi za ispumpuvawe na flotaciskata pulpa.

2.2.3. Odlagawe na flotaciskata jalovina

Odlagaweto na flotaciskata jalovina, naj~esto se izveduva so hidrocikloni, koi se postavuvaat po krunata od branata, pri {to se dobivaat dva proizvodi:

- pesok - krupni flotaciski frakcii, koi se odlagaat vo branata (branata se gradi od tie krupni frakcii) i
- preliv - sitni frakcii, koi se odlagaat vo talo`ното ezero.

Hidrociklonot konstruktivno e ednostaven ured, (sl.8). Vo sredniot cilindri~en del, tangencijalno se doveduva pulpata pod pritisok. Dolniot del ima forma na konus, koj zavr{uva so ured za praznewe na pokrupnite ~esti~ki - pesokot. Gorniot del, so cilindri~na forma slu`i za praznewe na positnite ~esti~ki - preliv. Na delovite za praznewe na jalovinata se postavuvaat gumeni elasti~ni cevki, so cel podobro manevrirawe i usmeruvawe na flotaciskata jalovina pri odlagaweto.



Na edno flotacisko hidrojalovi{te, obi~no se postavuvaat pove}e baterii na hidrocikloni, koj pak baterii mo`at da bidat sostaveni od pove}e hidricikloni. Kolku hidrocikloni }e bidat vo upotreba zavisi pred se od kapacitetot na sekoj hidrociklon i od protokot na jalovinskata pulpa i se presmetuva po ednakvosta:

$$n = \frac{Q_p}{5 \cdot d_{vl} \cdot d_{pr} \sqrt{g \cdot p}}$$

kade se:

Q_p - protok na jalovinskata pulpa (l/min);

d_{vl} - ekvivalenten pre~nik na vlezot na hidrociklonot (cm);

d_{pr} - pre~nik na prelivnata cevka (cm);

p - potreben pritisok na vlez vo hidrociklonot (bar).

Ponekoga{ e mo`no i direktno odlagawe na flotaciskata jalovina, odnosno bez upotreba na hidrocikloni. Toa e mo`no ako branata se grade na nekoj drug na~in ili ako jalovi{teto e bez glavno talo`no ezero, no so pomo{no.

2.2.4. Sistem za evakuacija na vodite od flotaciskoto jalovi{te

Za evakuacija na vodite od flotaciskoto jalovi{te se gradat pove}e objekti, koi ponekoga{ funkcioniraat kako edna celina, a toa se:

- drena`en sistem;
- pumpna stanica;
- preleven kolektor.

2.2.4.1. Drena`en sistem

Drena`niot sistem slu`i za isceduvawe na provirnite vodi i vodite od cikloniraniot pesok, kako i za obezbeduvawe na geomehani~ka stabilnost na branata na jalovi{teto. Vsu{nost, ovoj sistem gi prifa}a vodite koi prodiraat niz branata. U{te na po~etokot na izgradba na jalovi{teto, na mestoto kade {to }e bide locirana branata na jalovi{teto se postavuva drena`en tepih pod odredena kosina i perforirani sobirni drena`ni cevki za prifa}awe na procednite vodi.

Drena`niot tepih naj~esto se pravi od glina ili od nekoj drug nepropustliv materijal. Debelinata na tepihot najmnogu zavisi od kakov materijal se pravi, a dovolno e da bide nekolku santimetri, a nad nego da bide postaven propustliv sloj (naj~esto ~akal) koj }e ima funkcija na filter - propu{tawe na vodata. Na najniskiот del od drena`ata se postavuvaat perforirani drena`ni cevki so razli~ni dimenzii (naj~esto od 100 do 300 mm), koi prifatenata voda ja odnesuvaat do sobirnik za voda. Od sobirnikot, drena`nata voda so pomo{ na pumpa mo`e povtorno da se vra}a vo procesot na flotacija ili pak preku odvodna cevka vodata se ispu{ta vo najbliskiот vodotek.

Drena`niot sistem se postavuva za da bide vo funkcija vo tekot na celiot raboten vek na flotaciskoto jalovi{te. Me|utoa, ponekoga{ poradi neregularnosti pri postavuvawe na filtracionite sloevi ili pri izbor na lo{i cevki, mo`e da dojde do poremetuvawa, koi mo`e da ja zagrozat eksploatacijata, a ponekoga{ i okolinata. Za sledewe na procednite vodi, na teloto na branata se postavuvaat piezometri, koi treba sekoga{ da bidat suvi. Vo slu`aj da poka`uvaat visoko nivo na voda, toga{ drena`niot sistem ima namalena funkcionalnost.

2.2.4.2. Pumpna stanica za povratna voda

Pravilo koe treba da se po~ituva e deka pri kontinuirano polnewe na jalovi{teto so voda, mora da se vr{i i kontinuirana evakuacija na slobodnata voda. Najdobro e ako vodata od flotaciskoto hidrojalovi{te povtorno se vra}a vo procesot na flotacija, pri {to na toj na~in }e se namali potro{uva~kata na sve`a voda i }e se spre~i zagaduvaweto na prirodata. Zna~i, zatvoreniot kru`en tek na vodata e najdobro re{enie, pri {to vo ponovo vreme se pove}e se vr{i reciklirawe - vra}awe na vodata od hidrojalovi{tata.

Za taa cel se postavuvaat pumpni stanici, koi mo`e da bidat plovni, koga pumpata plovi vo talo`noto ezero ili stati~ni koga pumpata se postavuva na bregot na ezeroto ili do pomo{niot sobirnik za voda. Koga e vo talo`noto ezero pumpnata stanica se postavuva {to podaleku od kontaktot talo`no ezero i pla`a i toa na del kade ezeroto e najdlaboko. Od pumpnata stanica do pogonot flotacija se gradi cevkovoden transporten sistem za vra}awe na vodata so {to se dobiva zatvoren ciklus. No zasega, retki se flotaciskite hidrojalovi{ta kade {to celokupnata voda se vra}a, pa taka eden del od vodata ~esto se ispu{ta vo najbliskiot vodotek.

2.2.4.3. Preliven kolektor

Prelivniot kolektor slu{i za evakuacija na vi{okot izbistreni vodi od talo`noto ezero na jalovi{teto. Se izveduva naj~esto od armiran beton, no mo`e da bide i od drug materijal (~eli~en i sl.), prete`no so kru`en napre~en presek so najrazli~ni dimenzii, se vo zavisnost od koli~inata na prelivnata voda. Se izgraduva u{te na po~etokot na formirawe na jalovi{teto i toa vo najgolem del vo blaga horizontala i mal del po vertikalna. Potoa, so rastewe na jalovi{teto kolektorot se prodol`uva po visina i se pravi povisok od nivoto na vodata vo ezeroto, no se ostavaat otvori za prelivawe na vodata. Na ovoj na~in se ima dobra kontrola vrz ezeroto. Imeno, vo slu~aj na zagaduvawe na vodata vo ezeroto, otvorite na kolektorot se zatvoraat.

Preku prelivniot kolektor vodata se ispu{ta vo pomo{en sobirnik (ezero) za dodatno pro~istuvawe ili vo najbliskiot vodotek. Prelivniot kolektor mo`e da bide glaven objekt za evakuacija na vodata od talo`noto ezero, koga e edinstven za taa namena, ili mo`e da bide pomo{en objekt koga glavnata evakuacija e so pumpi, a samo mal del na vodata se evakuira so prelivniot kolektor. Prelivniot kolektor e glaven objekt za evakuacija, posebno kaj planinskite jalovi{ta, kade {to nema potreba od

vra}awe na vodata, odnosno terenot raspolaga so dovolni koli~ini na sve`a voda za potrebite na flotacija.

Treba da napomeneme deka za jalovi{ta so pogolem vek, vo najgolem broj slu~ai prelivniot kolektor ne si go odrabotil svojot planiran vek. Vo neкои slu~ai toj predizvikuva havarii, pri {to doa|a do izlevawe na jalovinata vo najbliskiot vodotek so {to se zagrozuva okolnata priroda. Bi trebalo, na izlezot od prelivnata cevka da se postavuvaat sigurnosni ventili od elektri~en ili pneumatski tip, so cel zatvorawe na kolektorot vo slu~aj na havarija.

^esto pati doa|a i do zatnuvawe na prelivniot kolektor, a ponekoga{ i namerno, vo slu~aj koga kolektorot e mnogu o{teten i predizvikuva havarii. Ako nema drug rezerven preliven kolektor, toga{ se tra`e drugo re{enie za evakuacija na vodata od talo`ното ezero. Vo takov slu~aj e mo`no izrabotka na tunnelski kolektor vo okolniot teren {to sekako bi bilo skap, no posiguren zafat.

2.2.5. Sistem za evakuacija na okolnite vodi

Ovoj sistem se razrabotuva kaj ridskite flotaciski jalovi{ta. Naj~esti lokacii za hidrojalovi{ta se dolinite. Vo dolinite obi~no ima vodeni tekovi koi mo`at da bidat postojani - reki, ili povremeni koi se formiraat za vreme na porojni do`dovi ili topewe na sneg. Za evakuacija na ovie vodi se izrabotuvaaat opto~ni kolektori so razli~ni golemi, vo dol`ina na celoto jalovi{te. Vo minatoto, ovie vodi se evakuirale so betonski cevkovodi postavuvani na dnoto na dolinata, koi cevkovodi potoa se zatrupuvaat so flotaciskata jalovina. Denes se po~esto se pravat podzemni tuneli vo okolното zemji{te (vo neкои od ridovite). Na toj na~in se spre~uva mo`nosta za havarija, odnosno pukawe na cevkovodot i izlevawe na flotaciskata jalovina.

Flotaciskoto hidrojalovi{te mo`e da bide napadnato od atmosferski vodi. Na toj na~in, mo`e da dojde do o{tetuvawe na del od jalovi{teto ili da dojde do naru{uvawe na procesite vo ezeroto. Za za{tita od ovie vodi se izrabotuvaaat za{titni slivni kolektori. Se izrabotuvaaat na mesta kade {to se o~ekuvaat golemi koli~ini na voda. Na tie mesta se postavuvaat sobirnici - {ahti za prifa}awe na slivnite vodi. ^elno pred {ahtite se postavuvaat re{etkasti zatvora~i za za{tita od nanosi od razli~en materijal: trupci, granki i sl. Prifatenata voda preku slivnite kolektori se evakuira nadvor od jalovi{teto. Slivnite kolektori mo`at da se povrzat so glavniot opto~en kolektor ili so glavniot preliven kolektor.

2.3. Nadvi{uvawe na flotaciskite hidrojalovi{ta

Paralelno so eksploatacija na mineralni surovini se vršat i geološki istražuvawa okolu postoečkoto rudno telo. Često pati se otkrivaat novi pomali rudni tela, so što radotniot vek na rudnikot prodolžuva. Na toj način se javuva dodatna flotacijska jalovina. Prvoto razmisluvawe za mestoto kade da se odloži ovaa dodatna flotacijska jalovina, e sekako možnosta za nadvižuvawe na veće postoečkoto flotacijsko jalovište.

Ekonomičnosta na nadvižuvaweto na jalovištata se gleda vo prodolžuvawe na vekot na kolektorot, drenačiot sistem, plovната pumpna stanica, pulpovodite i sl., koi vpročem pretstavuvaat glavni investicioni trošoci pri izgradba i održuvawe na hidrojalovišteto. Znači, so nadvižuvawe se namaluvaat trošocite po ton prerabotena ruda.

Međutoa, za da edno flotacijsko hidrojalovište može da bide nadviženo, treba da se izvršat poveće ispituvawa i potoa da se izgotvi dopolnitelen projekt za nadvižuvawe. Ispituvawata se odnesuvaat na geomehaničkata stabilnost na branata ili na deponiranata jalovinska tiwa, vo zavisnost od toa po koj metod će se gradi ponatamočnata brana. Potoa, se ispituva postojniot drenačen sistem. So proverka na piezometrite se ocenuva efikasnosta na drenačiot sistem. Se ispituvaat i site drugi objekti: kolektor, zaštitni kolektori i optočen kolektor (ako postojat), potoa se vrši analiza dali so nadvižuvaweto vodenoto ogledalo će zadovoluva od aspekt na pročišćuvawe na vodata.

Dokolku postoečkite objekti zadovoluvaat, se pristapuva kon izgotvuvawe na dopolnitelen projekt koj će soдрžiti:

- analiza na stabilnost na izgradenoto jalovište;
- ocenka za glavnite objekti na jalovišteto;
- raspoloživa zafatnina i vek na eksploatacija na nadvižuvaweto;
- analiza na postoečkiot pulpovod od aspekt dali će go opslužuva nadvižuvaweto ili treba da se izmeni nekoj segment od hidrotransportot (izmena na del od trasa, voveduvawe pumpa i sl.);
- analiza na hidrociklonite - dali site će ostanat vo upotreba ili će se zamenat so novi;
- analiza na sistemot za povratna voda;
- specifikacija i opis na potrebnata nova oprema;
- nov elaborat za sledewe i merewe na jalovišteto, za zaštita pri rabota i specijalni merki za zaštita pri havarija i sl.

Sekogaš koga postojat uslovi, nadvižuvaweto e opravdano, bidejti na toj način ne se zarobuva novo zemjište za formirawe na novo jalovište, ne se gradat novi objekti, osven što nekoi od postojnite se prilagoduvaat na novite uslovi. So ogled na toa što jalovišteto raste, trupot na jalovišteto e se potečok, pa postojat možnosti za havarii od pomali ili pogolemi razmeri. Najčesto doađa do probivawe na jalovinata vo nekoi objekti koi se ispod flotacijskata jalovina (kolektori i sl.), a preku niv vo i okolu najbliskiot vodotek.

2.4. Nabqduvawe, kontrola i analiza na stabilnost na flotaciskite hidrojalovi{ta

Vo celiot tek na eksploatacija na flotaciskite hidrojalovi{ta, tie se podlo`eni na postojani nabqduvawa, merewa i analizi. Za site vizuelni nabqduvawa ili kontrolni merewa se vodi dnevna, mese`na i godi{na evidencija i se formira odredena dokumentacija, koja se sastoi od zapisnici, tabeli, dijagrami i izve{tai. A za sekoja kalendarska godina na osnova na site nabqduvawa, merewa i analizi se izgotvuva "Godi{en Elaborat" so koj se dava ocenka za stabilnost na branata i pridru`nite objekti, kako i za vlijanieto na jalovi{teto vrz `ivotnata sredina i merki za za{tita.

2.4.1. Sistem za sledewe i merewe

Sledeweto na flotaciskite jalovi{ta vo tekot na izgradba (eksploatacija) i po zavr{uvaweto na izgradba se vr{i na sledniot na`in:

- so vizuelni nabqduvawa i
- so kontrolni merewa.

2.4.1.1. Vizuelni nabqduvawa

Vizuelното nabqduvawe ima za cel direktno da gi sledi promenite na jalovi{teto vo uslovi na eksploatacija i posle zavr{uvawe na eksploatacijata. Vizuelnite nabqduvawa se sostojat od dnevni, povremeni i vonredni nabqduvawa. Dnevnite nabqduvawa gi vr{at licata zadol`eni za rabota na jalovi{tata, povremenite gi vr{i odgovorniot in`ener na pogonot flotacija, a vonrednite se vr{at po potreba od strana na po{irok stru`en sostav, vkladuvaj{i gi proektantot, stru`ni lica od organizacijata, a ponekoga{ i stru`ni lica od drugi oblasti, pr. ekologisti i sl.

Sekojdnevnite nabqduvawa se vr{at postojano vo sekoj moment, obi`no od po edno lice vo smena. Povremenite, glavniot in`ener gi vr{i edna{ nedelno ili dva pati mese`no. Ovie dva vida na

nabquduvawa se vr{at redovno, a vonrednite (po potreba) vizuelni nabquduvawa se vr{at mnogu retko, posle zemjotresi, silni porojni do`dovi ili nesakani nastanati havarii.

Za pova`nite vizuelni konstatacii se vodat knigi koi mo`at da bidat: smenski, dnevni, mese`ni i godi`ni izve{tai, a obi`no sodr`at:

- sestojba na sistemot za hidrotransport;
- sestojba na hidrociklonite;
- puknatini na krunata na branata;
- deformacii na jalovi{teto ili na okolniot teren;
- golemina i polo`ba na talo`noto ezero vo odnos na nasipot (branata);
- bistrina (~istota) na vodata i vizuelni sogleduvawa za promena na protokot na vodata od prelivniot kolektor i drena`nata cevka;
- pojavi na izvori i vla`ni zoni po kosinite na nasipot ili na okolniot teren;
- pojavi na erozija na kosinite od nasipot ili na terenot vo neposredna blizina na jalovi{teto;
- vizuelna sestojba na piezometrite;
- sestojba na objektite za evakuacija na vodite od talo`noto ezero;
- sestojba na drugite objekti (za{titni kolektori, opto`ni kolektori i sl.).

2.4.1.2. Kontrolni merewa

Na flotaciskite jalovi{ta treba so razli`na za`estenost da se vr{at merewa na osnovnite parametri. Celta na ovie merewa se pravovremeno sogleduvawe na kvantitativno - kvalitativnata efikasnost pri izgradba na jalovi{tata. Site merewa se delat na pove}e grupi od koj najva`ni se:

- *Geodetski merewa (snimawa)*. So geodetskite merewa se utvrduva izgradenosta na flotaciskite jalovi{ta vo horizontalna proekcija i vo vertikalna ramnina, odnosno relativnite promeni na rastojanijata od reperite. So geodetskite snimawa se dobivaat podatoci i za promena na kosinata na branata, a so toa se ocenuva i stabilnosta na branata. Ponekoga{, geodetski se snima i okolnoto zemji{te, vo slu`aj da se nasetat mo`ni erozivni dvi`ewa na toa zemji{te, a so toa i zagrozuvawe na jalovi{teto. Za potrebite na geodetskite snimawa se postavuvaat reporni to`ki, koi obi`no se postavuvaat na cvrstiot teren okolu jalovi{teto. Geodetskite merewa se vr{at so geodetski instrumenti (teodoliti i dr.).

Minimalni broj na merewa e edna{ godi{no, a rezultatite od snimawata se evidentiraat vo posebni zapisnici;

- *Geomehani{ki merewa*. So ovie merewa se sledat: naponskata sostojba, izmestuvawa vo teloto na branata, relativnite deformacii, pritisokot vo branata i sl. Ovie merewa gi vr{at specijalizirani organizacii so specijalni merni aparati i toa obi{no edna{ godi{no. Za da se sledi kvalitetot na materijalot od koj se gradi branata potrebno e da se zemat primeroci i da se proverat granulometriskiot sostav, zbienosta, vla`nosta, agolot na vnatre{no triewe, kohezijata, vodopropustlivosta i sl. Kako reviziona se zema zastapenosta na klasata -0.074 mm vo materijalot - pesok na hidrociklon so koj se izgraduwa branata. Ovaa sodr`ina treba da se odr`uva na proektiranata golemina;

- *Hidrotehni{ki merewa*. So ovie merewa se sledat vodite vo flotaciskoto jalovi{te. Se sledi nivoto i koli{inata na voda vo talo`ното ezero. Nivoto na voda uspe{no se sledi so hidrometriski letvi, a za koli{inata se zemaat podatoci od geodetskite snimawa.

Sledeweto na hidrodinami{kite dvi`ewa vnatre vo deponiranata flotaciska masa, odnosno polo`bata na linijata na provirni vodi, mora da e {esto i toa obi{no edna{ nedelno. Linijata na hidrodepresija se sledi preku piezometri, koi se rasporedeni vo pravilni profili po nasipot na jalovi{tata. Piezometrite se sitno perforirani cevki, postaveni vertikalno. Pri merewata najdobro e ako piezometrite se suvi (bez nivo na voda). Vo takov slu{aj branata e stabilna i drena`niot sistem dobro si ja obavuva svojata funkcija. Piezometrite treba sekoga{ da bidat vo ispravna sostojba. Neispravnite treba da se pro{istuvaat ili da se zamenuvaat so novi.

Koli{inata na drena`na voda koja istekuwa od drena`niot sistem zavisi od oddale{enosta na vodenoto ogledalo od branata, kako i od gustinata na proizvodot pesok so koj se gradi branata. Najdobro e koga izmerenata koli{ina se dvi{i vo o{ekuvanite granici. Merewata se vr{at obi{no edna{ nedelno ili poretke vo slu{aj da nema golemi varirawa na ovaa koli{ina.

Dinamikata na merewe na koli{inata na voda od prelivniot kolektor e obi{no edna{ nedelno ili poretke, a rezultatite se zapi{uvaat vo knigi za evidencija. Koli{inata na voda od prelivniot kolektor e zavisna od toa dali vodata od talo`ното ezero preku pumpna stanica se vra}a povtorno vo flotacija ili se ispu{ta preku prelivniot kolektor. Zna{i, ovaa koli{ina mo`e mnogu da varira. Drugi uslovi od koj zavisi ovaa koli{ina e rabotata na pogonot flotacija - edna ili pove}e fazi, vreme na zatvorawe na prelivnite otvori od prelivniot kolektor i vremenskite, atmosferski priliki.

Vodite koi od jalovi{teto se ispu{taat vo vodotecite podle`at na kontrolni merewa za kvalitet. Tie vodi treba da zadovoluvaat odredeni kriteriumi, odnosno da bidat bistri i da ne sodr`at {tetni komponenti pove}e od dozvolenoto. Kvalitetot na vodite, odnosno zagadenosta na prelivnite i drena`nite vodi se odreduva so fizi{ko - hemiski i toksi{ni analizi koi davaat podatoci za fizi{ko - mehani{kata {istota (cvrst ostatek vo vodata), potoa sodr`ina na hemisko - toksi{ni elementi i pH-vrednosta (kiselost) na vodite. Dobienite rezultati od ovie analizi - merewa se sporeduvaat so va`e{kite zakonski propi{ani normi za maksimalno dozvolenite koncentracii (MDK) od kategorizacijata na vodotekot vo koj se ispu{taat vodite. Dinamikata na ovie merewa mo`e da varira, od edna{ nedelno do edna{ mese{no i rezultatite se vpi{uvaat vo soodvetnite zapisnici;

- *Meteorološki merewa.* Imaat karakter na pomočni merewa i slu`at za da mo`at ostanatite merewa podetalno i pojasno se prou`at. Se sledi intenzitetot na vrne`i, temperaturnite promeni, vetrovite (pravec i brzina) i sl;

- *Seizmički merewa.* Se vr`at i vakva merewa so cel da se oceni stabilnosta na nasipot pri potresi (pri minirawe ili pri prirodni potresi);

- *Ekološki merewa.* So ovie merewa treba da se sledi zagadenosta na okolinata (vozduh, voda, okolno zemji{te) zaradi blagovremeno prezemawe merki za za`tita.

2.4.2. Analiza na stabilnost na branata na flotaciskoto jalovi`te

Pri izgradba na brana na flotacisko jalovi`te mnogu e va`no da bidat zapazeni site proektirani parametri. So zgolemuwawe na branata vo visina, doa|a do nanesuvawe na novi sloevi na jalovina, trupot na branata od den na den se pove`e se zgolemuva, a finata struktura na supstratot ja pravi ovaa golema masa statički nestabilna.

Za namaluvawe na stabilnosta na branata značajna uloga imaat provirnite vodi, `ie dejstvo e vo kratkoto ili dolgoto dopirawe so branata. Dokolku e podolg kontaktot doa|a do filtracija na pogolema količina na voda vo branata, koja voda so sebe vnesuva i sitni `estički od jalovinata, so {to se predizvikuva sufuzija na branata, odnosno namaluvawe na propustlivata mo} na branata. Sufuzija mo`e da bide predizvikana i so raspa|awe na mineralnite `estički vo samata brana, kako na primer piritot dokolku e prisuten vo značitelna količina. Posledica od sufuzijata e se pogolema ovla`netost na branata i sozdavawe na površini skloni na lizgawe na sloevitite naslagi od sulfizirani `estički. Za da se izbegne toa, pri proektirawe na branata treba da se vnimava na dotokot na voda, vo teloto na branata da bide minimalen, a nejziniot protok niz branata da bide mnogu zabrzan. Na toj na`in se gradat suvi i stabilni brani, kaj koi kontaktot vodeno ogledalo -pla`a e oddalečen od branata. Retenzioniot prostor treba da bide vo optimalni granici, a vo slučaj na namaluvawe, se zgolemuva opasnost za ru`ewe na branata.

Zgolemena količina na voda vo branata mo`e da bide predizvikana i od materijalot so koj se gradi branata. Imeno, ako vo pesokot ima pregolema količina na sitni frakcii, doa|a do proces na sufuzija - zapolnuvawe na mo`nite pateki na vodata i na toj na`in se zagrozuva stabilnosta na branata, so toa {to se sozdavaat mo`ni površini na lizgawe. Znači, kolku se pokрупni frakciite od koj se gradi branata, tolku geomehaničkata stabilnost na branata e pogolema.

Vo vreme na niski temperaturi mo`e da dojde do zamrznuvawe na eden del od provirnite vodi i na toj na`in da se zgolemi volumenot i da se naruči stabilnosta na branata. Najdobra za`tita od vakvi vlijanija e dobro drenirawe na vodite vo branata.

Isto taka i formiranata kosina na branata so postrmen naklon отвара мо`nost za potencijalna lokalna nestabilnost, {to ponatamu mo`e da vodi kon nesakani posledici po stabilnosta na jalovi{teto. Za stabilnosta na jalovi{teto ima zna`ewe i po koja metoda se gradi branata. Nizvodnata metoda dava pogolema sigurnost od vozvodnata, bidejji pri vozvodnata metoda sekoj narenden segment se postavuva vrz nekonsolidirana tiwa.

Pokraj podatocite dobieni od vizuelnite nabquduvawa, geodetskite snimawa i kontrolnite merewa, za analiza na stabilnost na branata zna`ajno e i odreduvaweto na koeficient na sigurnost, koj pretstavuva bezdimenzionalen broj i se odreduva po slednata ednakvost:

$$F = \frac{C + N \cdot \mu}{\tau}$$

kade se:

F - koeficient na stabilnost (sigurnost), bezdimenzionalen broj;

C - sila na kohezija, N/m²;

N - normalna sila, N/m²;

μ - koeficient na triewe, bezdimenzionalna golemina;

τ - tangencijalna sila, N/m².

Ovoj koeficient se odreduva za pretpostaveni mo`ni povr{ini na lizgawe. Koeficientot na sigurnost treba sekoga{ da bide pogolem od minimalno dozvoleniot, a minimalno dozvoleniot zavisi od visinata na branata i za postojanite opteretuvawa vo redovna eksploatacija toj e:

- $F_{\min} > 1.5$ - za brani i nasipi preku 15 m visina;

- $F_{\min} > 1.3$ - za brani i nasipi poniski od 15 m.

Za povremeni opteretuvawa koi mo`at, no nemorat da se pojavat se dozvoluvaat slednite koeficienti:

- $F > 1.3$ - za brani i nasipi preku 15 m visina;

- $F > 1.2$ - za brani i nasipi poniski od 15 m.

Vo slušaj da za nekoj površini na lizgawe se dobie pomal koeficient na sigurnost od minimalno dovoleniot, toga{ taa površina pretstavuva potencijalna opasnost za jalovi{teto. Za odreduvawe na stabilnosta na branata postojat pove}e metodi.

Pri analiza na stabilnost na branata, dokolku se uvide deka nekoj uslovi ne zadovolvuat, potrebno e najitno prezemawe merki, so cel sprešuvawe na mo`na havarija, koja {to ponekoga{ mo`e da bide od golemi razmeri.

2.4.3. Analiza na stabilnost na pridru`nite objekti

Obi`no edna{ godi{no se vrše analiza na stabilnost na pridru`nite objekti. Vizuelnite nabquduvawa na ovie objekti se po`esti, no konstataciite se prika`uvaat vo godi{nite analizi. Pridru`ni objekti na jalovi{teto se: prelivni kolektori, opto`ni kolektori, za{titni slivni kolektori i dr. Ovie objekti obi`no se pravat so pogolemi dimenzii, za da vo niv mo`e da se vleze pri nabquduvawe i pri intervenirawe.

Ponekoga{ ovie objekti mo`at da bidat prišiniteli na havarii od golemi razmeri. Vo slušaj da nekoj segment od ovie objekti e lo{o izveden i so tekot na nadvišovawe na jalovi{teto, te`inata na materijalot vrz ovie objekti se zgolemuva, pa postoi mo`nost da nekoj od ovie objekti bide zagrozen.

Vo rudnikot mo`e da postoi tim koj }e vrši nabquduvawa i merewa vo vnatre{nosta na pridru`nite objekti. Dokolku rudnikot nema takov tim se povikuva od organizaciji kade {to go ima. Pri kontrola kaj ovie objekti, najšesto se zabele`uvaat odredeni oštetuvawa, kako na primer kaj opto`nite tuneli mo`e da dojde do izdlabuvawe na podlogata od rešniot nanos na materijalot. A za site pridru`ni objekti karakteristi`no e {to mo`e da dojde do popuštawe na odredeni delovi. Tie delovi pretstavuvaat potencijalna opasnost, bidej}i pri nivno pukawe jalovinata preku niv }e se iznese od jalovi{teto i }e se raznese na pobliskata, a ponekoga{ i na podalešnata okolina. Tokmu zatoa, vo slušaj da se konstatiraat oštetuvawa na pridru`nite objekti, potrebno e najitno nivno sanirawe, so cel sprešuvawe na havarija.

Za kratok raboten vek pridru`nite objekti davaat golema sigurnost, no so prodolšovawe na rabotniot vek se zgolemuva opasnosta od oštetuvawe na ovie objekti. Sekoga{ koga se planira nadvišovawe na flotaciskite hidrojalovi{ta treba da se izvrši detalna analiza za stabilnost na pridru`nite objekti i da se oceni dali ovie objekti }e bidat stabilni vo tekot na nadvišovaweto.

2.4.4. Analiza na stabilnost na terenot okolu jalovi{teto

Od geodetskite snimawa se dobivaat podatoci za mo`ni izmestuvawa na okolniot teren. Posebno kaj ridskiot tip na jalovi{ta mo`ni se svlekuvawa na okolното zemji{te i na toj na`in mo`e da se zagrozi celokupното jalovi{te (brana i akumulacionen prostor). Do toa mo`e da dojde posle silni porojni do`dovi, ako okolniot teren ne e po{umen, pri {to doa|a do raspukuvawe i rastresuvawe na zemji{teto i potoa negovo svlekuvawe. Posebno e opasno ako dojde do svlekuvawe na golemi koli`ini zemji{te koe mo`e da predizvika o{tetuvawe na branata i so toa da dojde do izlevawe na jalovinata vo po{irokata okolina.

Zna`i, vo tekot na eksploatacija na flotaciskite hidrojalovi{ta treba da se sledi i stabilnosta na okolniot teren. Vo slu`aj da se konstatiraat mo`ni opasnosti treba da se prezemat odredeni merki so cel spre`uvawe na klizi{ta. Toa se postignuva so po{umuvawe na terenot, izработка na potporni brani i sl.

2.5. Merki za za{tita pri rabota

Za rabotnicite koi rabotat na flotaciskite hidrojalovi{ta treba da se obezbedat uslovi za rabota soglasno so zakonot za za{tita pri rabota, kako i da se po`ituvaat pravilnicite so tehni`ki normi.

Rabotniot prostor na branata i talo`ното ezero treba da bidat osvetleni, za da bidat obezbedeni uslovi za no}no rabotewe. Se osvetluva i pulpovodot so cel no}no negovo kontrolirawe. Za za{tita na okolното naselenie flotaciskite hidrojalovi{ta bi trebalo da se ograduvaat, no ponekoga{ planinskite jalovi{ta ne se ograduvaat, pa vo takov slu`aj se postavuvaat znaci za predupreduvawe.

Rabotite koi se izvr{uvaat pod te{ki uslovi na rabota, kade rabotnicite se izlo`eni na poodelni opasnosti se primenuvaat posebni merki za za{tita. Rabotnicite pri rabota na otvoren prostor se izlo`eni na nepovolni atmosferski deluvawa (do`d, sneg, niski temperaturi i sl.), pa za niv e potrebna posebna oprema za li`na za{tita pri rabota. Zna`i, tie rabotnici treba da bidat opreмени so rabotna obleka: rabotno odelo, `izmi, rakavici, gumirani odela i kapi za za{tita od do`d, bundi za za{tita od niski temperaturi i sl. Do jalovi{tata se gradi mala zgrada (baraka) za zasolnuvawe na rabotnicite pri nevreme.

So pravilnici se propi{uva postapka za davawe na prva pomo{ i organizirawe vo slu`aj na povreda, kako i uslovi koi vo pogled na stru`nosta potrebno e da gi ispolnuvaat licata za vr{ewe na tie raboti. Pri rabota na jalovi{tata mo`ni se polesni telesni povredi, pri premestuvawe na hidrociklonite ili pri nekoja druga aktivnost. Vo taa smisla treba na povredeniот da mu se obezbedi brzo davawe na prva pomo{. Do site jalovi{ta treba da ima sanda`iwa za prva pomo{, vo koi }e gi ima site potrebni sanitetski materijali i sredstva za davawe prva pomo{.

Za pote{ki povredi na jalovi{tata treba povikuvawe na itna lekarska pomo{. Za taa cel jalovi{tata treba da imaat telefonska vrska so pogonot flotacija, kako i so najbliskata ambulanta.

3.0. VLIJANIE NA FLOTACISKITE HIDROJALOVITATA VRZ NAIVOTNATA SREDINA

Флотациските јаловишта се објекти кои во одредени услови можат да бидат големи загадувачи на околниот простор, на површинските и подземните води и на воздухот. Значи, тие делуваат на животната средина преку земјиштето, водата и воздухот, а преку нив на целокупниот растителен и животински свет, па и на човекот. Флотациските реагенси кои се употребуваат во технолошкиот процес, како и растворените соли на тешките метали обично се присутни во водите кои се испуштаат од јаловиштето. Овие води, покрај остатоци од флотациските реагенси (ксантати, феноли, цијанидни соединенија, висока базичност или киселост), содржат и јони на тешки метали (Fe, Pb, Cu, Zn, Cd и др.), како и ниска содржина на кислород и други нечистотии.

Влијанието на флотациските јаловишта врз животната средина, во услови на проектирање и контролирана експлоатација може да се разгледува низ следните елементи:

- завземање на земјиштето за нивно формирање;
- загадување на површинските водотеци со испуштање на вишокот или целокупните води од таложното езеро и со испуштање на дренажните води;
- загадување на подземните водни текови со филтрационите и провирните води;
- загадување на воздухот со најситни честички од исушената јаловина, кои се разнесуваат под дејство на воздушните струења;
- загадување на земјиштето при таложење на честичките разнесени со ветерот или негова контаминација со загадените води;
- потенцијална опасност од хаварии при рушење на насипите кои може да резултираат со големи материјални штети и можни човечки жртви.

3.1. Влијание на флотациските хидројаловишта врз водите

Најсериозен проблем од еколошки аспект, поврзан со складирањето на флотациската јаловина во јаловиштата е испуштањето на контаминирани

води во површинските и подземните текови. Овој проблем е покомплексен кај површинските текови.

Влијанието врз површинските води е лесно видливо. Имено, вишокот на избистрена вода, или на некои јаловишта целокупната избистрена вода се испушта. Приемници на тие води се најблиските водотеци. Најголемиот дел од водите се испуштаат преку преливниот колектор, а додека мал дел (филтрациони и процедурни води) се испуштаат во вид на дренажни води. Еден дел од дренажните води се филтрира во подземните текови. Покрај сите мерки за контрола и подобрување на квалитетот (избистрување по пат на повеќедневно одлежување) на водата која се испушта, во некои периоди можно е испуштање на контаминирани води.

Растворените тешки метали заедно со флотациските реагенси формираат мошне стабилни и каустични раствори, кои споро се деконцентрираат во природни услови. Овие раствори директно влијаат на опстанокот на животинскиот и растителниот свет во водите. Недостатокот на растворениот кислород во водата исто така има негативно влијание, поради тоа што е неопходен за сите форми на живот кои егзистираат во водите.

Долготрајното испуштање на контаминирани води во водите на реките, доведува до тоа да најголем дел од растителните и животинските форми во водите на едно мошне големо подрачје бидат уништени, а нивното место заземено од оние растенија и животни што имаат поголем степен на резистентност. Под дејство на штетните компоненти овие растителни и животински форми трпат низа физиолошко - биохемиски промени, истовремено натрупувајќи големи количини на штетни материи во своите органи. Овие материи, преку организмите кои се дел на глобалниот ланец на исхрана, стигнуваат до други животински форми, па дури и до човекот.

Исто така, како резултат на долготрајно испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материи по страните на коритото и околу него, со што доаѓа до контаминација и на околното земјиште. Значи, водата претставува транспортер на штетни материи.

Сите погоре изнесени констатации за влијанието на јаловинските депонии врз површинските водотеци се однесуваат на услови на нивна контролирана експлоатација. Во пракса многу често, како резултат на разни објективни и субјективни фактори, настануваат неконтролирани состојби, кои доведуваат до тоа да во краток временски период емисијата на штетности во водата се зголеми повеќекратно. Причина за нивна појава најчесто се помали или поголеми откажувања во транспортниот систем на флотациската јаловина, како и кварови на другите помошни системи на јаловинската депонија. Посебно е опасно, ако дојде до директно излевање на флотациска јаловина во водотеците.

Во случај да дојде до заматување на водата во таложното езеро, преливниот колектор треба да се зачепува се до избистрување на водата. Квалитетот на преливните и дренажните води подлежат на контролни мерења со кои се опфаќа одредување на нивната физичко - механичка чистота (цврст остаток), хемиско - токсични елементи и рН вредноста на водите.

Дел од водата од јаловиштето понира при што можат да бидат загрозуени и подземните води. Меѓутоа, негативното влијание врз подземните води е во знатно помала мера. При секое надградување на браната доаѓа до истекување на дел од водата низ почвата, се до моментот на самохидроизолација (самозатнување).

Кај рамничарските јаловишта посебен проблем е појавата на бари во околното земјиште. Карактеристично е за подрачјата со висок подземен водостој. Значи, водата продира преку јаловиштето и низ околниот терен избива на површината и на тој начин создава водени бари со барска вегетација, кои немаат никакво значење.

3.2. Влијание на флотациските јаловишта врз воздухот

Влијанието на флотациските јаловишта врз воздухот е изразено со аерозагадување. Под дејство на воздушните струења, исушените честички од исталожената флотациска јаловина се развејуваат по околниот простор. Овие влијанија се перманентни и неизбежни без оглед на применетата технологија на депонирање. Притоа, овие влијанија се во директна зависност од климатските фактори. Така да, аерозагадувањето е интензивно посебно во летниот период.

Аерозагадувањето се карактеризира со лесна воочливост, така што околното население најмногу и најчесто реагира поради него. Ваквото загадување неповолно се одразува како на растителниот, така и на животинскиот свет, а пред се на луѓето, кај кои предизвикува цела низа заболувања, пред се на респираторните органи. Причина за тоа е агресивноста на пращината, што е резултат на специфичниот минеролошки состав на истата, која може да содржи тешки метали, силициум и сл.

Најголемо аерозагадување се јавува од активните јаловишта, при што како извори на аерозагадување се јавуваат во прв ред од круната на браната, од косините на браната, но и од сувите плажи од акумулационото езеро. За аерозагадувањето значајно е каква е климата во подрачјето на јаловиштето, дали јаловиштето е ограничено со високи брда, како и правецот на

простирање на јаловиштето. Сепак, најзначајно е дали подрачјето изобилува со воздушни струења.

Под дејство на воздушните струења, од големите слободни површини на косините, како и од круната на браната можат да се дигаат големи облаци од прашина, кои зависно од интензитетот на ветерот можат да се шират на мошне големи површини. Ова дејство е со голем интензитет посебно во летниот период кога површината на јаловиштата се суви. Притоа, воздушни струења можат значително да ја оштетуваат круната на браната така што оштетувањето на годишно ниво може да биде и од поголеми размери. Како резултат на еолската ерозија се јавуваат проблеми во обликувањето на завршната форма на насипот, кои бараат дополнително ангажирање за потребните поправки.

Јаловинската прашина е мошне агресивна, што се должи на нејзиниот специфичен минеролошки состав, а со тоа е мошне опасна по здравјето на луѓето. Покрај тоа, големите количества на прашина, дополнително предизвикуваат цела низа на проблеми кај околното население и тоа од најразлична природа.

Исто така, како резултат на аерозагадувањето, преку воздушните струења ситните честички од јаловината се таложат на околниот простор при што доаѓа и до контаминација на земјиштето. Зависно од интензитетот на воздушните струења можат да бидат зафатени мошне големи површини.

3.3. Влијание на флотациските јаловишта врз земјиштето

Влијанието на флотациските јаловишта врз земјиштето е двојно:

- директно влијание, изразено преку физичкото завземање на земјиштето на кое се формира јаловиштето и
- индиректно влијание, изразено преку загадувањето на околното земјиште со контаминирани води и со дисперзија на јаловинската агресивна прашина со воздушните струења.

Завземањето на земјиштето за формирање на хидројаловиштето е нужност која произлегува од технолошкиот процес на валоризацијата на минералните сировини.

Изборот на микролокација за хидројаловиште е комплексен проблем, чие решение претставува компромис од голем број различни спротивставени услови (технолошки, геотехнички, економски, еколошки, урбанистички). Посебно се проблематични јаловиштата кои се формираат во рамничарските предели, бидејќи на тој начин го заробуваат плодородното земјиште. Со формирање на јаловишта доаѓа до промена на релјефот, како и до климатски

промени на микролокацијата, кои што промени се доста значајни за растителниот и животинскиот свет. По завршување на експлоатацијата на јаловиштата со одредени постапки на рекултивација овие терени можат пак да заживеат.

Загадувањето на околното замјаште е посебно значаен проблем од повеќе причини. Како прво, со индиректното загадување на земјиштето се деградираат доста големи површини. Поради долготрајното емитирање на штетностите (со водата и воздухот како транспортни медиуми), нивната концентрација во почвата постојано се зголемува, со што доаѓа до глобално деградирање во почвата на еден голем регион. Оваа појава посебно е изразена вдолж водните текови во кои се испуштаат отпадните води од флотациските јаловишта.

Високата содржина на тешки метали во земјиштето директно се одразува на квалитетот на почвата, при што ги пореметува процесите на формирање на хумусниот материјал. Тешките метали кои взаемно дејствуваат со хумусните материи ги раскинуваат нивните врски со минералниот дел на почвата што доведува до деструкција на почвената структура и делумно губење на хумусот, како и до намалување на антиерозивната способност на почвата.

Од загадената почва тешките метали навлегуваат во растенијата, предизвикувајќи низа физиолошко - биохемиски пореметувања кај нив. Голем дел од овие растенија покажуваат висока толерантност и способност за натрупување на тешките метали во нивните органи, така што успешно опстануваат и на вакви метализирани подлоги. Оваа резистентност на одредени растенија меѓу кои и кај некои градинарски култури, може да биде посебно опасна, бидејќи истите се користат во човековата исхрана. На реоните околу флотациските јаловишта треба да се вршат контаминациски анализи на почвата. Доколку се утврди да некои почви се контаминирани би требало да се забрани земјоделско производство на тие почви и да се преземат мерки за рекултивирање и враќање на бонитетот на тие загрозени почви.

3.4. Влијание на флотациските хидројаловишта врз животната средина во случај на хаварија

Излевањето на флотациска јаловина надвор од границите на флотациското јаловиште е сериозна опасност за животната средина и тоа посебно кога излевањето е со големи размери. До тоа може да дојде при рушење на браната или при попуштање на некој од придружните објекти. Можно е и излевање на флотациска јаловина при дефект (пукање) на флотацискиот пулповод, но тоа би било во мали размери, бидејќи работниците кои работат на јаловиштето благовремено би интервенирале, што не е случај кога доаѓа до рушење на браната или попуштање на некој од придружните објекти, кога излевањето трае и по неколку денови без можност за интервенција.

Потенцијална опасност од рушење на браната, со што би дошло до сериозни нарушувања на екосферата, а би резултирало и со можни човечки жртви и голема материјална штета е посебен проблем на кој што е потребно да се посвети големо внимание. Во современата светска пракса податоците покажуваат дека рушењето на браната настанува под влијание на различни фактори, при што како најдоминантни се:

- нестабилност на косините;
- преголема количина на дренажни води;
- земјотреси;
- поплави;
- ерозија на околното земјиште и
- други влијанија.

Голема е опасноста и при излевање на флотациска јаловина преку некој од објектите како што се: преливни колектори, оптични колектори, заштитни колектори и други објекти. Фактори кои влијаат на попуштање на овие објекти се:

- лошо изведени фундаменти;
- лоша проценка за продолжување на векот на објектите;
- ненавремено преземени мерки за санација на некој од објектите и
- други влијанија.

Значи, при несакани хаварии големи количини на флотациска јаловина со водата како транспортер се разнесува на големи далечини, понекогаш и на неколки десетици километри. Најчесто тоа се подрачја околу речните корита, а понекогаш флотациската јаловина стигнува и до некои езера. На тој начин доаѓа до нарушување на природната рамнотежа во тие подрачја наталожувајќи се со флотациска јаловина. Големи површини можат да бидат зафатени од флотациската јаловина. Штетните материи од флотациската јаловината навлегуваат и во земјиштето врз кое е наталожена јаловината и можат да ги загрозат и подземните води.

Во нашата држава вакви катастрофи од поголеми размери имало во рудникот Бучим и во рудникот Саса. Во рудникот Бучим на 20. 07. 1998 година, како резултат на пробој на флотациската тиња во колекторот, истекоа неколку илјади кубни метри флотациска јаловина, која се наталожи по текот на коритото на река Тополница. Во рудникот Саса, катастрофата беше од многу поголеми размери и се случи во време кога рудникот беше во прекин со работа. Се случи на 30. 08. 2003 година, кога дошло до пробој на флотациската јаловина во ревизиона шахта па во оптичниот тунел и на тој начин истекоа околу 160.000 m³ флотациска јаловина. Истекувањето траеше десетина денови. Оваа голема количина на флотациска јаловина беше разлеана околу речното корито на Каменичка Река (сл.9), а еден помал дел, стигна и го загрози и езерото Калиманци.



слика 9. Излеана флотациска јаловина во Каменичка Река

Последиците од ваквите хаварии (катастрофи) се огромни. Се загрозуваат земјиштата на поширок терен, а се загрозуваат и речните и езерските води. Па токму затоа, флотациските хидројаловишта често пати се нарекуваат “флотациски атомски бомби”, бидејќи понекогаш знаат и те како да ја загрозат животната средина.

4.0. МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Животната средина претставува еден комплексен систем чии составни делови се меѓусебно поврзани и зависни едни од други, така што промените во еден дел можат да предизвикаат промени во други делови. Токму поради тоа, проблематиката на заштитата на животната средина од штетните влијанија, може да се решава само со интегрален систематски пристап. Сите парцијални решенија се само времени и претставуваат импровизации, кои не оддалечуваат од вистинските решенија на проблемите.

Да би се предвиделе мерките за заштита, неопходно е добро да се познаваат негативните влијанија од флотациските јаловишта. На основа на негативните влијанија од флотациските јаловишта, предвидените мерки за заштита се однесуваат на:

- мерки за заштита на водите;
- мерки за заштита на воздухот;
- мерки за заштита на земјиштето;
- мерки за обезбедување стабилност на јаловиштата;
- мерки за заштита на животната средина во случај на хаварија и
- административни мерки.

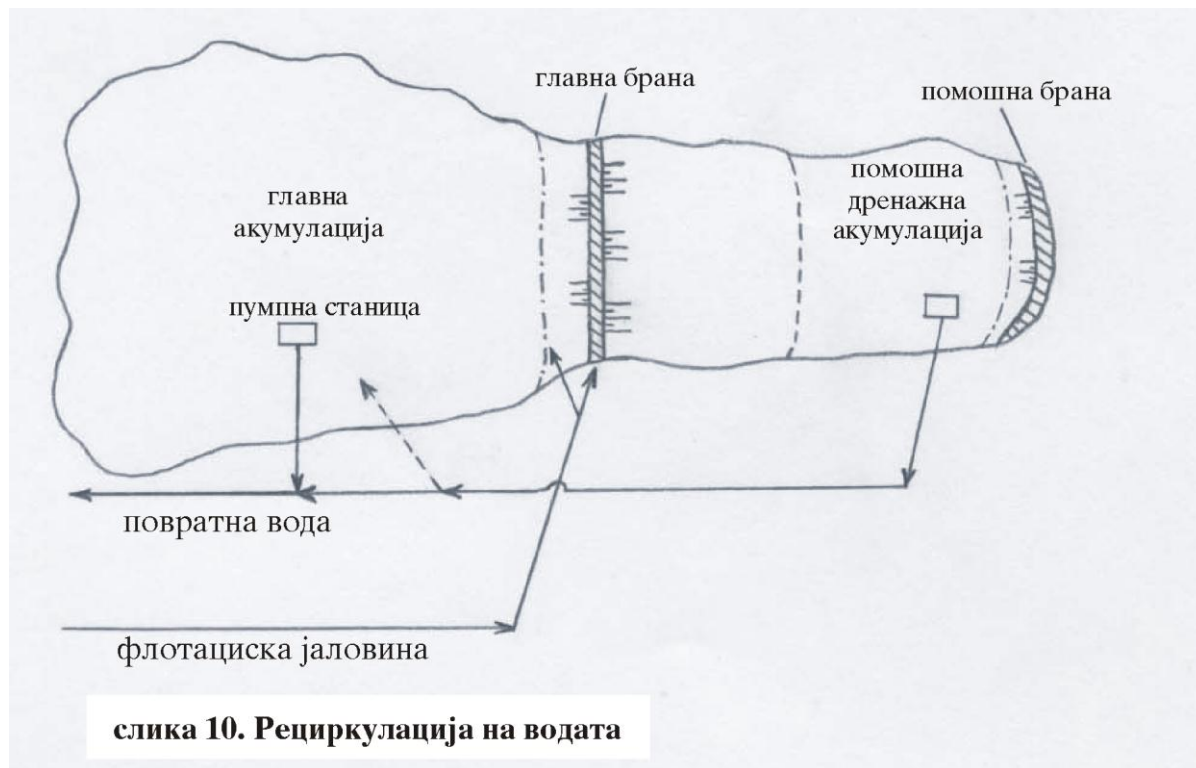
Негативните влијанија се директно поврзани, така што со изнаоѓање на решение за едно негативно влијание, практично сме добиле и решение за некое друго негативно влијание. На пр: водата го загадува земјиштето, па применетите мерки за заштита на водите, се одразуваат и на заштита на земјиштето или пак заштитата на земјиштето се одразува и на заштита на воздухот.

4.1. Мерки за заштита на водите

При заштита на животната средина, потребно е најголемо внимание да се посвети на намалување на загадувањето на водотеците во кои се испушта водата од јаловиштето. Во современата светска пракса, обично се врши рециклирање на што е можно поголемо количество на вода, со што влезот на свежа вода се сведува на минимум и не поминува повеќе од 5%. Значи, најдобро е ако водата циркулира во затворен циклус.

Најефикасно решение би било, освен враќање на водите од таложното езеро да се враќаат и провирните дренажни води. За таа цел се формира помошна акумулација, во која би се собирале дренажните води, како и вишокот вода од колекторот. Тие води повторно би се враќале во главната

акумулација или ако квалитетот задоволува би се враќале директно во процесот на флотација. Типична шема на ваков систем на рецикулација на водата е прикажана на сл. 10.



Меѓутоа, за планинските рудници кои имаат сопствени извори на свежа вода, нелогично и неекономично би било да се врши враќање на водата од флотациските јаловишта. Но за таа сметка, за заштита на водите потребно е да се применат одредени мерки за заштита, а тоа се:

- во процесот на флотација токсичните реагенси да се заменат со нетоксични или со помалку токсични реагенси;
- одлежување на водата во акумулационото езеро со цел да се изврши распаѓање на содржаните остатоци од употребуваните флотациски реагенси;
- зачепување на преливниот колектор кога водата не е доволно прочистена;
- изградба на помошно мало езеро за прифаќање на дренажните и преливните води, за случај ако е потребно додатно прочистување.

Кој начин ќе биде избран, дали враќање на водата или нејзино прочистување зависи од голем број на технолошки и економски фактори и тоа треба добро да се анализира.

Флотациските хидројаловишта ги загрозуваат и подземните води. Кај планинските јаловишта, за да не дојде до тоа, дното на јаловиштето треба да

се обложе со некој непропустлив материјал, како што е глината и сл. Меѓутоа, при секое надградување на браната доаѓа до истекување на дел од водата низ бочните страни од теренот, се до моментот кога честичките од јаловината извршат самозатнување (самохидроизолација). Решавањето на овој проблем би било во контролирана хидроизолација на бочните страни, односно поставување на пластични фолии за заштита на подземните води. Високата цена на ваквите работи ги ограничува мерките за заштита на подземните води, но да се надеваме дека во иднина ќе надвлaде еколошката свест.

Кај рамничарските терени карактеристична е појавата на бари во оклното земјиште и тоа е проблем за многу јаловишта кои се формирани на алувијални терени и на терени со високо ниво на подземни води. Значи, провирните води од јаловиштето продираат низ околниот терен и избиваат на површината формирајќи бари и барска вегетација, што допринесува за деградација и смалување на вредноста на земјиштето.

За да не дојде до формирање на бари прво решение е да јаловиштето се изолира од околниот терен, што е прилично скап зафат за такви терени. Друго решение е да околу јаловиштето се изградат приемни канали. Задачата на овие канали ќе биде прифаќање и одвод на сите подземни води кои избиваат на котата на теренот и одвод на атмосферските води кои се сливаат по косините од браната. Во колку приемните канали не се доволна заштита, тогаш се градат дренажни бунари. Се лоцираат на одредени растојанија, така да формираат бунарска завеса и со својата работа ги соборуваат подземните води и го спречуваат излевањето на водите на површината и формирањето на бари.

4.2. Мерки за заштита на воздухот

Потенцијална опасност по воздухот се активните јаловишта, при што како извори на загадување се: круната на браната, косините на браната и сувите делови на плажата.

За сувите плажи, едно од економичните решенија е контролирање на нивото на вода во акумулацијата. Додека за круните и косините на браните, можни се повеќе практични решенија, а едно би било прскање со вода на круните и косините на браните. За таа цел може да се користат прскалки со висок или низок притисок.

Прскалките со низок притисок, работат со притисок под 4 бари, имаат мал домет (15 - 30 m) и мала потрошувачка на вода. Главна предност им е тоа што не бараат вградување на скапи пумпи со висок притисок, а млазот нема

сила да ја оштети браната. Недостаток им е тоа што треба да се монтираат многу цевки со што се поскапува инвестицијата. За прскање на браните најчесто се користат прскалки со низок притисок.

Исто така, можно е и комбинирано прскање при што еден дел (најчесто круната) би се прскала со прскалки со низок притисок, додека низводната косина би се прскала со прскалки со висок притисок. Прскалките со висок притисок т.н. водени топови работат на притисок над 8 бари и имаат домет од 80 до 100 метри. Предноста им е што имаат голем домет, лесно се управуваат, имаат мал обем на инсталации и бргу го вршат натопувањето. Меѓутоа, проблемот кај овие прскалки е што нивниот млаз може сериозно да ја оштети браната, посебно ако во нив заглават некои цврсти честички донесени со водата. Како извор на вода за прскалките би била прочистената вода од самата акумулација.

Друго решение би било да браните се попрскуваат со одредени супресанти со што ќе се создаде корупка, која ги сврзува ситните фракции и на тој начин не дозволува поголемо кревање на прашина.

4.3. Мерки за заштита на земјиштето

Земјиштата кои настануваат од депонираниот флотациски отпад се нарекуваат флотисоли. Флотисолите поради високата содржина на штетни компоненти и начин на депонирање, претставуваат широк спектар на потенцијални проблеми за поблиската и подалечната средина. Исто така, немаат никаков биотички потенцијал, така што можностите за нивно природно ревитализирање се многу мали.

Доколку постојат услови добро би било да дел од флотациската јаловина има одредена намена како градежен материјал или материјал за пополнување на празни откопи. Со тоа ќе се намали површината на земјиште кое е потребно за формирање на депонијата, а со тоа ќе се намали и штетното влијание на депонијата врз животната средина.

За да не дојде до загадување на околното земјиште потребно е да се применат мерките за заштита на водите и мерките за заштита на воздухот, бидејќи главното загадување на тоа земјиште е преку водите и воздухот. Исто така, треба да се преземат сите потребни мерки со цел спречување на излевање на флотациската јаловина (хаварии), преку кои доаѓа до контаминација на околното земјиште.

Со цел да се постигне подобар квалитет на земјиштето кое настанало од флотациската јаловина, т.е. да се намали неговото штетно влијание, а истовремено да стане погодно за повторно користење, неопходно е примена

на специјални мерки и постапки. Во рударската пракса овие мерки со заедничко име се нарекуваат рекултивација на земјиштето. Значи, самиот поим рекултивација, означува збир од мерки за рехабилитација на продуктивноста на девастираното земјиште, како и подобрување на условите на околната средина. Притоа, постои техничка и биолошка рекултивација.

Пред да се започне со рекултивација на јаловиштето, најпрво треба да флотациското јаловиште се ослободи од водата во него. Значи, со одредени постапки се врши сушење на јаловиштето.

Техничката рекултивација претходи на биолошката и во неа се вклучени мерките за припрема на земјишната површина (флотисолот), отстранување и изолирање на штетните материи како и обновата на плодниот слој. Оваа рекултивација опфаќа:

- планирање на површините (грубо и детално);
- израмнување и терасирање на косините на јаловиштето;
- ликвидација на последиците од слегање на јаловиштето;
- противерозиони мерки;
- нанесување на плоден земјен слој;
- комплекс на мелиоративни мерки, со цел за подобрување на хемиските и физичките својства на површинскиот слој;
- градба на хидротехнички и мелиоративни објекти, патишта и останати инженерски комуникации.

Биолошката рекултивација е продолжување на техничката и претставува надградба во смисол на агробиолошко оспособување на девастираното земјиште. Основни фактори кои влијаат на успешноста на биолошката рекултивација се:

- конфигурацијата и положбата на јаловиштето;
- карактеристики на одложениот материјал;
- начинот на користење на околните површини и целите на превземените мерки;
- условите за развој на растенијата;
- климатските карактеристики на подрачјето;
- успешноста на техничките мерки на рекултивација.

За да имаме добра рекултивација, обично е потребно да се нанесат три слоја:

- изолационен слој - глина;
- дренажен слој - чакал;
- хумусен (плоден) слој.

Бројот на слоевите, како и материјалот од кој се составени може да биде различен и зависи од повеќе фактори. За поточно и поефикасно

дефинирање неопходно е подетален пристап и поголем број различни анализи.

Исто така, потребно е да на косините се изврши терасирање. Терасирањето се изведува со специјален трактор - терасер. Растојанието помеѓу терасите зависи од наклонот на косините и обично се зема: за наклон од 10° - 3 m, за наклон од 15° - 4 m и понатаму за секој 5° се додава по еден метар. На терасите им се дава обратен пад од косината, како би се спречила ерозијата со атмосферските води. По терасирањето се врши покривање на терасите со претходно споменатите слоеви и се пристапува на нивна revegetација. При revegetацијата мора да се води сметка за видот на растенијата, за да не дојде до несакани последици, како на пример ослабување на стабилноста на косината.

Со процесот на рекултивација ќе се поврати заробеното земјиште, ќе се заштити околното земјиште од аерозагадување и секако ќе се добие еден простор кој ќе ја разубави природната панорама. Намената на рекултивираното земјиште во иднина може да биде: за земјоделско производство (земјоделски култури, овоштарство, лозарство и сл.), за шумарство, спорт и рекреација, изградба на сообраќајници, населби, стопански објекти и други намени доколку геомеханичките услови тоа го дозволуваат.

Посебен проблем за рекултивација на флотациските јаловишта се финансиските средства, а посебно во неразвиените земји. Многу рударски компании пред затворање, работат на работ на рентабилитет, па со оглед на тоа, често пати рекултивацијата не можат да ја обават самостојно. Па поради тоа, за да не се изгуби тоа земјиште и да не продолжи негативното влијание врз животната средина би требало во процесот на рекултивација да се вклучат и некои државни и еколошки организации.

4.4. Мерки за обезбедување на стабилност на јаловиштата

За да флотациското јаловиште биде сигурно и стабилно и со своето постоење не ја загрозува поблиската и подалечната околина потребно е да:

- при изградба на јаловиштето, динамиката да биде таква што растот на браната ќе биде побрз од растот на тињата внатре во јаловиштето;
- правилно да се димензионира и при експлоатацијата да се почитува геометријата на јаловиштето;
- изградбата на браната да се врше со проектираниот предвиден материјал;

- нивото на избистрена вода во таложното езеро да се одржува на проектираниот минимум;
- да се обезбеди благовремена евакуација на инфилтрационите води;
- должината на плажата (растојанието од браната до водата од таложното езеро) треба да биде што поголема;
- да се обезбеди постојана и стручна контрола во текот на изградбата на јаловиштето.

Пресметката на односот на зафатнината на насипот и акумулациониот простор мора да се изврши во текот на проектирање за секоја етажа посебно и при изградба треба да се почитува. При утврдување на количината на материјал кој е потребен за изградба на браната, треба да се земат повеќе фактори во предвид, како би се правилно одредила таа количина. Фактори кои негативно влијаат, односно кои допринесуваат за намалена количина на материјал за изградба на браната се:

- неможност за континуирана работа на хидроциклоните, поради застој при преместување на хидроциклонот, замена на дизни, продолжување на цевководот и сл;
- застој поради климатски и временски услови;
- застој поради субјективна слабост на работниците на јаловиштето.

Од дефинитивно утврдената количина на јаловина за изградба на браната се усвојува методата по која ќе се гради браната (низводна, возводна, централна или комбинирана). Висината на етажата зависи од количината на расположливиот материјалот и се движи од 2 - 5 m.

За да флотациското јаловиштето функционира нормално потребно е да се овозможи доволна површина за таложење на најфините честички и избистрување на водата.

Висината на целокупната брана зависи од носивоста на теренот врз кој се формира јаловиштето. Значи геомеханичките карактеристики на теренот условуваат одредена носивост, па висината на браната треба да биде помала од висината која подлогата ја дозволува. Геометриските елементи на насипот треба да се во проектираните и дозволени граници. Ширината на круната зависи од тоа дали по неа ќе се врши сообраќај и се движи од 4 - 6 m, а минимално дозволена ширина е 3 m. Надворешната косина на насипот исто така е доста значајна за стабилноста на јаловиштето и не треба да се дозволат поголеми косини од дозволените. Кај јаловиштата кај кои е потребна голема количина на вода за потребите на технолошкиот процес, се градат брани со повеќестепенa сигурност, односно се градат со помала надворешна косина, се градат од покрупен материјал и сл. Покрупниот материјал е потребен и за да низ него поминуваат провирните води, кои пак се прифаќаат од изградениот дренажен систем.

Висинската разлика (ретензиона висина) помеѓу нивото на вода во акумулационото езеро и круната од браната треба да биде два и пол пати поголема од таласот на водата кој би го направил најсилниот можен ветар за тоа подрачје, а минимално дозволената разлика е 1 m.

Освен што треба разработените параметри да се почитуваат, за да јаловиштето како целина биде стабилно треба и придружните објекти (преливни колектори, оптични колектори, заштитни колектори и сл.) да бидат изградени според сите пропишани норми.

4.5. Мерки за заштита на животната средина во случај на хаварија

И покрај сите преземени мерки, постојат можности за несакани хаварии. Најчести хаварии се излевање на јаловината надвор од границите на флотациското јаловиште, како резултат на рушење на браната или попуштање на некој од објектите на јаловиштето (преливен колектор и сл.). За заштита од излевање на јаловината од објектите, би требало тие објекти да бидат обезбедени со заштитни вентили и во случај на пробивање на јаловината во тие објекти, вентилите да се затворат. Друго решение е да овие објекти се изградуваат тунелски во околниот терен доколку за тоа постојат услови.

Во случај на хаварија треба да се постапува спрема упатствата за итни случаи. Значи, ако е започнато излевањето на јаловината се разгледува можноста за стопирање на истата. Но, често пати тоа е многу отежнато, па има случаи кога и повеќе денови не може да се преземе ништо за стопирање на флотациската маса. Излеаната јаловина може да биде разлеана на големи далечини, често пати и на неколку десетици километри. Во такви случаи се загрозува земјиштето околу речните корита, површинските и подземните води.

Најпрво, се чека момент за спречување на излевањето, кое спречување треба да го извршат специјализиран тим за вонредни ситуации. Паралелно со тоа се разгледуваат можностите за градба на привремени насипи со цел заштита на некои загрозени населени места. Во исто време се испитуваат водите од изворите околу јаловиштето и во случај да се констатира загадување на водите се известува окоlnото население да не ги користат тие извори. Значи, мониторингот е зачестен во такви ситуации.

Последиците од хавариите на флотациските јаловишта можат да бидат од големи размери и да траат доста долги периоди. Во такви моменти во процесот на заштита се вклучуваат повеќе државни и приватни организации и здруженија. Откако ќе се санира местото на излевање, се врши расчистување на речните корита од резнесената јаловина и при отстранување

на слојот флотациска јаловина би требало да се зафати и дел од земјиштето испод тој слој, бидејќи во одредена мера и тоа земјиште е контаминирано. Следењето на површинските и подземните води продолжува во подолг период и водите кои се користат за пиење, а се загадени, треба со одредени постапки да се прочистуваат.

4.6. Административни мерки

Во современата светска пракса значајно место заземаат административните мерки кои се огледуваат во долгорочна анализа на проблемот, следена од човечкиот фактор. Овие мерки во суштина се базираат на:

- водење на прецизна документација;
- избирање на соодветен кадар и нужност од обучување на кадри;
- документација за итни случаи и.т.н.

Водењето на прецизна статистичка документација за сите можни промени како и за стабилната состојба на јаловиштето ни овозможува комплетна слика за самиот објект и многу полесно одлучување при понатамошната експлоатација со цел заштита на животната средина.

Обучувањето на кадри е исто така битен сегмент за успешно работење на флотациските јаловишта. Образованието, разните семинари и симпозиуми исто така се значајни кон постигнување на потребните знаења од областа заштита на животната средина од флотациските јаловишта. Соодветниот кадар е прашање на кое исто така се посветува големо внимание. Благовременото доведување на нови кадри и нивното оспособување низ работата во одреден временски период е нужност за благовремено согледување на вистинската состојба на флотациските јаловишта.

Документацијата за итни случаи содржи точни упатства за постапките на раководителот во случаи на вонредни промени на објектот и претставува потреба да е застапена кај секој ваков објект. Овие упатства му помагаат на раководителот во случај на несакана хаварија и ги презентираат можните заштитни мерки во такви ситуации.

Користена литература

1. Флотациска јаловишта - утицај на околину и мере заштите - Д. Кнежевиќ, Д. Дражовиќ, З. Марковиќ - Београд, 1998;
2. Технолошке основе пројектовања постројења за припрему минералних сировина (Депоноване јаловине) - М. Адамовиќ, Д. Кнежевиќ, Ј. Вујиќ - Београд, 1999;
3. Минерално инженерство - Б. Крстев - Штип, 2002;
4. Припрема минералних сировина - Мира Манојловиќ-Гифинг - Београд, 1986;
5. Рударство и заштита животне средине (Зборник радова) - Београд, 1998;
6. Хидрауличен цевководен транспорт на минерални сировини - С. Младеновиќ - Скопје, 2000.